

2024 年青海湖重要湿地刚毛藻水华栅格数据集

张娟¹, 姚晓军^{1*}, 陈进轩², 韩胜利¹

1. 西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070

2. 青海湖国家级自然保护区管理局, 西宁 812300

摘要: 青海湖是我国面积最大的湖泊和维系青藏高原生态安全的重要水体。受气候暖湿化影响, 自 2005 年以来青海湖水位持续上升, 水域范围扩大, 湖周新生淹没区的形成促进了河口和湿地区域刚毛藻水华的异常增殖, 及时监测刚毛藻水华分布范围及变化趋势对湖滨带生境改善和科学管理具有重要意义。2024 年 6–10 月期间, 利用垂起固定翼无人机搭载可见光相机采集该时段青海湖重要湿地的航拍照片, 通过摄影测量技术生成 8 期共 48 景数字正射影像, 采用面向对象分割和过绿指数 (Excess Green, EXG) 方法提取出 8 期高精度刚毛藻水华空间分布数据, 数据为 GeoTIFF 格式, 空间分辨率优于 5 cm。本数据集填补了当前青海湖刚毛藻水华甚高空间分辨率数据空白, 可用于基于卫星遥感影像的刚毛藻水华提取结果精度评估, 亦可用于青海湖重要湿地刚毛藻水华年内时空变化规律分析和人工打捞治理效果评价。

关键词: 无人机; 数字正射影像; 刚毛藻水华; 面向对象分割; 青海湖重要湿地

数据库 (集) 基本信息简介

数据库 (集) 名称	2024 年青海湖重要湿地刚毛藻水华栅格数据集
数据作者	张娟、姚晓军、陈进轩、韩胜利
数据通信作者	姚晓军 (yaoxj_nwnu@163.com)
数据时间范围	2024 年 6–10 月
地理区域	36.53° N–37.25° N, 99.60° E–100.27° E
数据量	943.15 MB
数据格式	TIF 文件
数据服务系统网址	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01216
基金项目	祁连山中部亚高山生态系统野外科学观测研究站开放基金 (QLSKFJJ-2024-D0013); 西北师范大学研究生科研资助项目 (2023KYZZ-B070)。
数据库 (集) 组成	本数据集由 2024 年 6–10 月 8 期青海湖重要湿地刚毛藻水华文件构成, 总文件夹命名为 UAV_Cladophora_blooms_QHL.zip; 其下共有 8 个子文件夹, 以日期来命名; 每个文件夹下是同一期不同飞行架次的刚毛藻水华栅格文件, 格式为 GeoTIFF, 每个栅格文件依次命名为 “HDW_日期.tif” “NDN_日期.tif” “NDS1_日期.tif” “NDS2_日期.tif”、“QW1_日期.tif” 和 “QW2_日期.tif”。其中 “HDW” 表示哈达湾湿地, “NDN” 表示鸟岛湿地北侧, “NDS” 表示鸟岛湿地南侧, “QW” 表示泉湾湿地。

www.sciengine.com/CSD

ISSN 2096-2223

CN 11-6035/N



文献 CSTR:

32001.14.11-6035.noda.2024.0206.zh



文献 DOI:

10.11922/11-6035.noda.2024.0206.zh

数据 DOI:

10.57760/sciencedb.j00001.01216

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2024-12-19

录用日期: 2025-07-07

发表日期: 2025-07-26

* 论文通信作者

姚晓军: yaoxj_nwnu@163.com

引言

青海湖是我国最大的内陆咸水湖，具有重要的区域气候调节和生物栖息地保护功能^[1]。近年来，湖水水位持续上涨^[2]，在湖滨带形成大面积的新生淹没区，为刚毛藻的生长繁殖提供了丰富的着生基质。同时，淹没区营养物质的释放，以及湖滨带适宜的温度和光照条件，进一步加剧了刚毛藻水华的异常增殖^[3-4]，这一现象已成为生态研究和公众关注的热点问题。青海湖刚毛藻水华主要分布于湖区西岸重要湿地，即使经过人工-机械打捞干预，其生长仍能迅速恢复，展现出极强的环境适应性和快速繁殖能力^[5]。因此，及时监测刚毛藻水华的分布范围及变化趋势，对于改善湖滨带生境和实现科学管理具有重要意义。

青海湖湖岸区域环境复杂，野外实地取样面临较大挑战，而遥感技术则能高效获取刚毛藻水华的分布信息^[6]。目前广泛应用的卫星遥感影像（如 Sentinel-2 MSI 和 Landsat TM/ETM+/OLI）凭借其长时间序列和较高的空间分辨率优势，在刚毛藻水华监测中发挥着不可替代的重要作用。例如，段红玉等^[6]基于 Landsat TM/ETM+/OLI、Sentinel-2 MSI 遥感影像和浮游藻类指数法对青海湖 1986–2021 年刚毛藻水华变化特征和影响因素进行了分析；徐雯婷等^[7]基于 Sentinel-2 MSI 影像和决策树模型区分并量化了三种形态的刚毛藻；张娟等^[8]基于深度学习模型和 Sentinel-2 MSI 影像准确提取了青海湖刚毛藻水华的空间分布范围。尽管这些卫星遥感影像在区域尺度的刚毛藻水华研究中具有显著优势，但由于影像的空间分辨率差异及混合像元引发的“同质异谱”和“同谱异质”效应，难以精确获取刚毛藻水华的实际分布^[8]。此外，青海湖刚毛藻水华大多以较小斑块状分布，卫星遥感影像亦难以有效地捕捉其细节特征。

青海湖刚毛藻水华暴发多出现在 7–9 月，受云覆盖影响，通常能够获取到的高质量卫星遥感影像极少，这在很大程度上限制了对刚毛藻水华年内时空演变特征的认识。无人机遥感具有灵活性强、成本低和频次高等特点^[9]，能够提供厘米级甚至更高的空间分辨率影像，从而实现地表细节的精准捕捉，在环境监测、农业研究、灾害评估、城市规划等领域得到广泛应用^[10-12]。

本数据集以 2024 年青海湖重要湿地 6–10 月的无人机数字正射影像（DOM）为数据源，采用面向对象分割和过绿指数（Excess Green, EXG）方法进行提取，所获得的刚毛藻水华空间数据（空间分辨率优于 5 cm）全面反映了各时期青海湖重要湿地刚毛藻水华斑块的分布位置、大小及其变化趋势，可用于基于卫星遥感影像的刚毛藻水华提取结果精度评估和 2024 年青海湖重要湿地刚毛藻水华治理效果科学评价。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据采集

本数据集航测区域位于青海湖西岸的重要湿地，包括哈达湾湿地、鸟岛湿地和泉湾湿地，总面积约 51 km²（图 1）。使用华测 P330 Pro 纯电动固定翼无人机搭载成都睿铂可见光 M10 相机，获取空间分辨率优于 5 cm 的甚高分辨率影像。P330 Pro 无人机具有操作简便、续航时间长等优势，M10 相机拥有 1024 GB 的内存容量，大大提高了作业效率，两者详细参数见表 1。根据测区范围和影像精度要求，2024 年 6–10 月共开展了 48 架次无人机航测，累计采集无人机照片 15266 张，数据量 498.77 GB，各时期不同区域照片数量及数据量大小详见表 2。

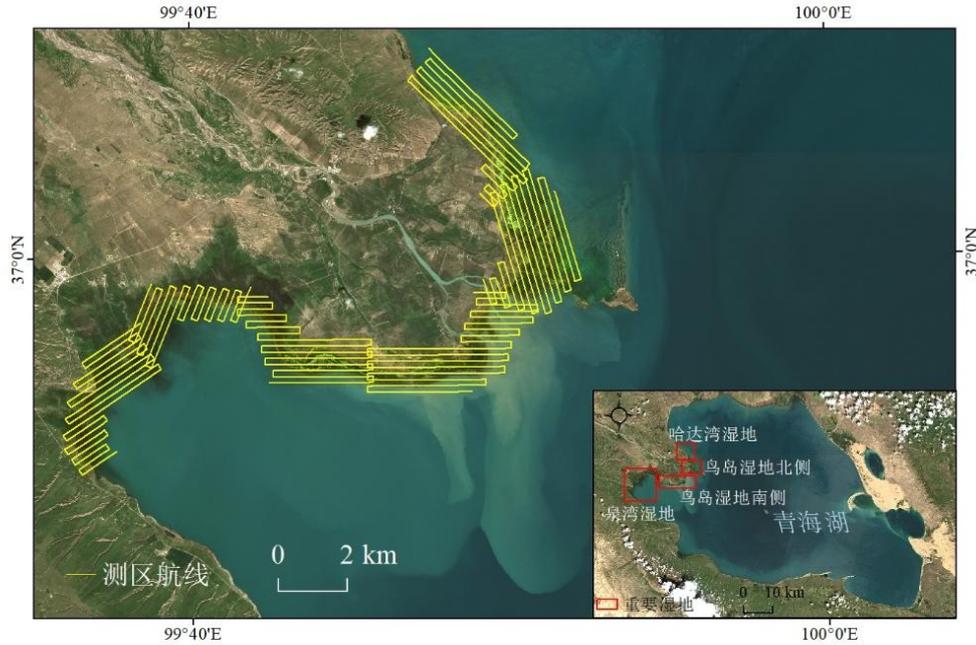


图 1 无人机航测区域及航线

Figure 1 UAV survey area and flight routes

表 1 无人机和相机参数

Table 1 UAV and camera parameters

设备	参数名称	参数值
华测 P330 Pro 无人机	最大航速	21 m/s
	重量	9 kg
	飞行时间	< 160 min
	抗风能力	< 13.9 m/s
	垂起高度	50–200 m (本研究 60 m)
	最大飞行高度	6500 m
	最大覆盖面积	30 km ²
	最大航程	180 km
	差分 GPS 类型	RTK (实时动态差分)
	差分频率	100 Hz
	悬停定位精度	垂直方向 2cm+1ppm 水平方向 1cm+1ppm
睿铂相机	重量	512 g
	大小	114 mm×82 mm×127 mm
	采样距离	5 cm
	曝光间隔	0.5 s
	中心波长	蓝 (457 nm), 绿 (534 nm), 红 (642 nm)
	工作温度	-20°C–50°C

开展无人机航拍任务前，在相应测区布设地面控制点（表 3），以校正因定位精度不足或电磁干扰导致的坐标偏移及精度问题。无人机起飞后，通过移动站获取飞行器的姿态参数，同时基站提供精确的坐标信息，地面飞行控制系统实时监测无人机的飞行航线、运行状态及任务调度。根据相机类型，航向重叠度和旁向重叠度分别设置为 60%和 50%，垂直起飞高度保持在 60 m，以确保影像

精度达到预期要求。

表 2 无人机监测频次及数据详细信息

Table 2 UAV monitoring frequency and data details

航飞时间	航飞区域	照片数量 (张)	数据量 (GB)
2024-06-23	第 1 架次-哈达湾湿地	697	20.10
	第 2 架次-鸟岛湿地北侧	391	12.00
	第 3 架次-鸟岛湿地南侧	320	10.80
	第 4 架次-鸟岛湿地南侧	312	12.10
	第 5 架次-泉湾湿地	311	10.30
	第 6 架次-泉湾湿地	234	7.58
2024-07-24	第 1 架次-哈达湾湿地	267	9.07
	第 2 架次-鸟岛湿地北侧	369	11.50
	第 3 架次-鸟岛湿地南侧	354	11.00
	第 4 架次-鸟岛湿地南侧	261	10.20
	第 5 架次-泉湾湿地	239	9.16
	第 6 架次-泉湾湿地	165	6.30
2024-08-07	第 1 架次-哈达湾湿地	264	9.26
	第 2 架次-鸟岛湿地北侧	374	12.40
	第 3 架次-鸟岛湿地南侧	366	11.20
	第 4 架次-鸟岛湿地南侧	269	10.70
	第 5 架次-泉湾湿地	257	8.76
	第 6 架次-泉湾湿地	169	5.81
2024-08-18	第 1 架次-哈达湾湿地	260	9.41
	第 2 架次-鸟岛湿地北侧	388	15.30
	第 3 架次-鸟岛湿地南侧	403	12.00
	第 4 架次-鸟岛湿地南侧	351	12.40
	第 5 架次-泉湾湿地	294	10.60
	第 6 架次-泉湾湿地	225	8.89
2024-08-28	第 1 架次-哈达湾湿地	366	11.00
	第 2 架次-鸟岛湿地北侧	382	14.70
	第 3 架次-鸟岛湿地南侧	334	12.40
	第 4 架次-鸟岛湿地南侧	292	10.90
	第 5 架次-泉湾湿地	227	8.02
	第 6 架次-泉湾湿地	219	7.68
2024-09-26	第 1 架次-哈达湾湿地	358	10.00
	第 2 架次-鸟岛湿地北侧	361	12.10
	第 3 架次-鸟岛湿地南侧	368	12.00
	第 4 架次-鸟岛湿地南侧	359	10.70
	第 5 架次-泉湾湿地	245	8.31
	第 6 架次-泉湾湿地	237	8.00

航飞时间	航飞区域	照片数量 (张)	数据量 (GB)
2024-10-10	第 1 架次-哈达湾湿地	361	10.70
	第 2 架次-鸟岛湿地北侧	400	10.80
	第 3 架次-鸟岛湿地南侧	381	10.10
	第 4 架次-鸟岛湿地南侧	319	9.56
	第 5 架次-泉湾湿地	305	9.66
	第 6 架次-泉湾湿地	223	7.24
2024-10-24	第 1 架次-哈达湾湿地	361	10.70
	第 2 架次-鸟岛湿地北侧	400	10.80
	第 3 架次-鸟岛湿地南侧	381	10.10
	第 4 架次-鸟岛湿地南侧	319	9.56
	第 5 架次-泉湾湿地	305	9.66
	第 6 架次-泉湾湿地	223	7.24

表 3 地面控制点的空间位置信息

Table 3 Spatial coordinates of ground control points

点位	N (北, m)	E (东, m)	H (高, m)	RMSE 误差
1	4090628.474	554590.0487	3185.5724	0.0251
2	4092481.741	553666.5222	3172.0590	0.0247
3	4095281.181	553065.2275	3159.4348	0.0054
4	4096672.596	555968.2135	3161.6547	0.0120
5	4097301.239	570102.6504	3154.6674	0.0046
6	4096885.588	572315.9269	3153.1402	0.0051
7	4096384.108	574049.1822	3152.5919	0.0021
8	4096078.369	574948.7621	3152.5005	0.0048
9	4095690.463	573876.0855	3152.7075	0.0079
10	4107051.387	568405.8347	3166.0947	0.0045
11	4115254.55	567238.9447	3156.5766	0.0017
12	4116951.161	567871.9741	3156.8170	0.0053
13	4118093.203	567625.5825	3161.9681	0.0050

1.2 数据处理

青海湖重要湿地刚毛藻水华的提取流程如图 2 所示，主要包括三个部分：无人机航拍照片预处理、DOM 成果渔网分割，以及基于面向对象分割和光谱指数的刚毛藻水华提取。具体步骤如下：

(1) 无人机航拍照片预处理：利用航拍原始照片、POS 数据和地面控制点进行空三加密，在满足精度要求的情况下生成点云和纹理数据。经过 DSM 生成、局部正射影像和镶嵌图编辑后，最终获得无人机数字正射影像 (DOM)，其空间分辨率优于 5 cm。

(2) DOM 成果渔网分割：鉴于 DOM 数据量巨大，为完成后续的影像分割和光谱指数计算，基于渔网分割原理对每景正射影像进行裁剪，并针对分割后数据量较小的影像切片进行提取。

(3) 基于面向对象分割和光谱指数的刚毛藻水华提取：为更精准、高效地提取刚毛藻水华，利用 eCognition 10.3 软件对渔网裁剪后的所有正射影像逐一进行分割。由于影像空间分辨率极高且刚毛藻水华斑块较小、分布破碎，采用多尺度分割方法，设置分割尺度为 10、形状因子为 0.3、紧致度因子为 0.5。同时，采用过绿指数（EXG）方法从分割后的影像中提取刚毛藻水华。

(4) 针对分割后的影像，首先在 eCognition 10.3 软件中设置刚毛藻水华类别，创建过绿指数计算公式，并赋予公式变量正确的波段。其次，将指数运行后的结果与原始影像进行对比，动态设定分类阈值，实现刚毛藻水华的精准提取。值得注意的是，由于刚毛藻水华大小、密度和影像质量存在差异，经多次目视判断后，提取刚毛藻水华的最佳阈值范围为 330 - 520 之间。最后，将分类结果合并后导出，导出类型为栅格或矢量。

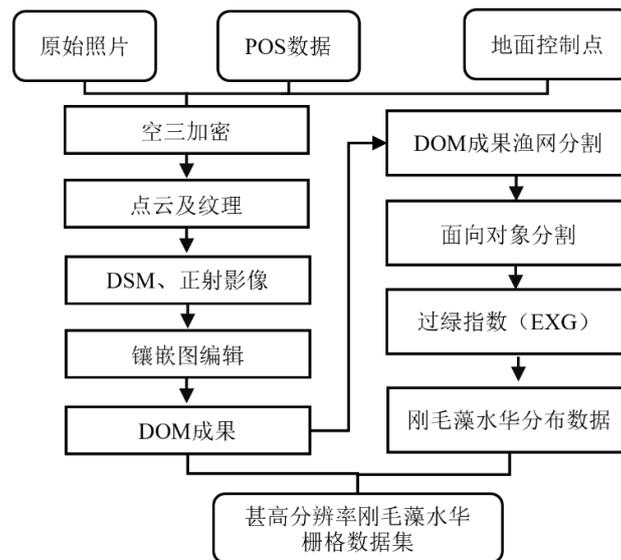


图 2 数据处理流程

Figure 2 Flowchart of data processing

已有野外实测光谱数据表明，青海湖刚毛藻水华光谱特征表现为：绿波段反射率较高，而红波段和蓝波段反射率较低^[6,8]。研究表明，Woebbecke 等^[13]提出的 EXG 指数可用于杂草监测。由于杂草和刚毛藻水华在可见光波段的光谱特性相似，且 EXG 指数具备精度高、稳定性好等优点，本数据集采用该方法对刚毛藻水华进行提取，其计算公式为：

$$EXG = 2R_{green} - R_{red} - R_{blue} \quad (1)$$

式中， R_{green} 、 R_{red} 和 R_{blue} 表示绿光、红光和蓝光波段的反射率，分别对应无人机正射影像的第 2 波段、第 1 波段和第 3 波段。EXG 指数计算后的结果如图 3 所示。

2 数据样本描述

本数据集为青海湖重要湿地 2024 年 6-10 月刚毛藻水华空间分布数据，总文件夹命名为 UAV_Cladophora_blooms_QHL.zip；总文件夹下共有 8 个子文件夹，以日期来命名；每个文件夹下是同一期不同飞行架次的刚毛藻水华栅格文件，每个栅格文件依次命名为“HDW_日期.tif”“NDN_日期.tif”“NDS1_日期.tif”“NDS2_日期.tif”“QW1_日期.tif”和“QW2_日期.tif”。其中“HDW”表示哈达湾湿地，“NDN”表示鸟岛湿地北侧，“NDS”表示鸟岛湿地南侧，“QW”表示泉湾湿

地。数据格式均为 GeoTIFF，数据空间分辨率优于 5 cm，投影系统为 CGCS2000_3_Degree_GK_CM_99E。

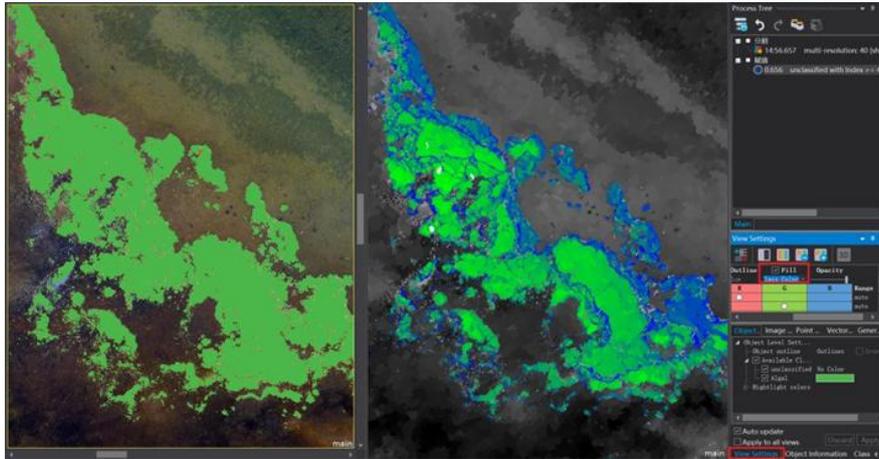


图3 基于 EXG 方法的刚毛藻水华提取结果

Figure 3 Extraction results of *Cladophora* blooms using the EXG method

2.1 青海湖重要湿地刚毛藻水华年内变化

2024年6–10月青海湖重要湿地刚毛藻水华整体呈先增加后减少的变化趋势。具体而言，6月23日刚毛藻水华面积最小（ 0.510 km^2 ），8月28日最多（ 5.801 km^2 ）；7月24日（ 1.242 km^2 ）较6月23日（ 0.510 km^2 ）骤增 0.732 km^2 （143.53%）；8月28日较7月24日骤增 4.559 km^2 （367.07%）；9月26日（ 1.194 km^2 ）较8月28日骤减 4.607 km^2 （79.42%）；10月24日（ 0.532 km^2 ）较9月26日减少 0.662 km^2 （55.44%）。数据结果表明，2024年青海湖重要湿地刚毛藻水华最大面积发生在8月（图4a）。

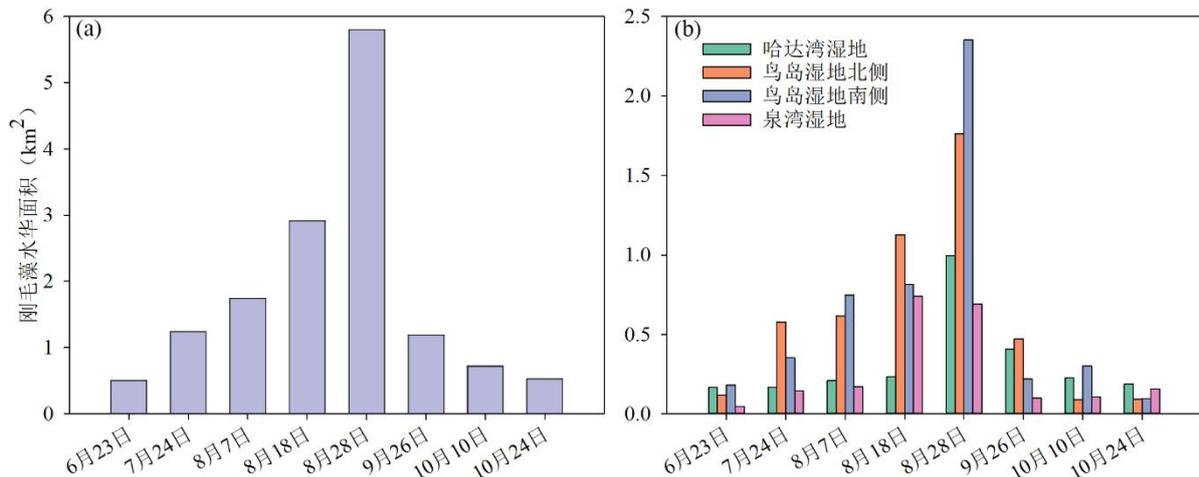


图4 2024年6–10月青海湖重要湿地及各区域刚毛藻水华面积变化

Figure 4 Changes in *Cladophora* bloom area in the key wetlands and subregions of Qinghai Lake from June to October in 2024

从各子区域来看，哈达湾湿地刚毛藻水华呈先增加后减少趋势。6月23日该区域刚毛藻水华面积为 0.166 km^2 ，7月24日略增为 0.167 km^2 ，8月28日骤增为 0.995 km^2 ，9月26日骤减为 0.406 km^2 ，较8月28日减少 59.20%（ 0.589 km^2 ）；10月10日刚毛藻水华面积减至 0.227 km^2 ，之后呈减少趋

势，10月24日面积为0.188 km²（图4b）。

鸟岛湿地北侧区域刚毛藻水华呈先增加后减少再增加趋势。6月23日刚毛藻水华面积为0.117 km²，7月24日骤增为0.577 km²，8月28日增至1.761 km²，9月26日骤减为0.470 km²，较8月28日减少1.291 km²（-73.31%）；10月10日刚毛藻水华面积减少为0.087 km²，10月24日面积增加为0.092 km²，较10月10日增加0.005 km²（5.75%）（图4b）。

鸟岛湿地南侧区域刚毛藻水华呈先增加后减少再增加再减少的变化趋势。6月23日刚毛藻水华面积为0.182 km²，7月24日骤增为0.354 km²，8月28日骤增为2.353 km²，较8月18日增加1.54 km²（189.42%），是4个调查区域刚毛藻水华面积增加最为显著的区域，这可能与该区域未开展人工打捞有关；9月26日刚毛藻水华面积减小为0.220 km²，较8月28日减少2.133 km²（-90.65%），10月10日面积增至0.300 km²，之后面积持续减少，10月24日面积为0.095 km²，较10月10日减少0.205 km²（-68.33%）（图4b）。

泉湾湿地刚毛藻水华呈先增加后减少再增加趋势。6月23日刚毛藻水华面积为0.046 km²，7月24日骤增为0.144 km²，无人机影像提取结果显示，8月7日泉湾区域刚毛藻水华面积为0.169 km²，8月18日增加为0.742 km²，8月28日减少为0.692 km²，较8月18日减少0.05 km²（-6.74%）；9月26日刚毛藻水华面积骤减至0.098 km²，之后呈缓慢增加趋势，10月10日面积为0.108 km²，10月24日面积为0.157 km²，较9月26日分别增加10.20%（0.01 km²）和60.20%（0.059 km²）（图4b）。

综上，6月23日、8月7日、8月28日和10月10日青海湖刚毛藻水华在鸟岛湿地南侧分布最多，占重要湿地总面积的35.61%–41.52%，其次是鸟岛湿地北侧。7月24日、8月18日和9月26日，最大面积藻华分布在鸟岛湿地北侧，占重要湿地总面积的38.66%–46.42%，其次是鸟岛湿地南侧。10月24日最大面积藻华分布在哈达湾湿地，占重要湿地总面积的35.37%，其次为泉湾湿地（29.45%）（图4b）。

2.2 青海湖重要湿地刚毛藻水华空间变化-以哈达湾湿地为例

以哈达湾湿地为例，从时间序列可以看出，刚毛藻水华通常分布在湖岸附近及水生植被生长的浅水区域。同时，刚毛藻水华在同一地区可能在不同月份消失后再次出现，即使经过人工-机械打捞干预，其生长仍能迅速恢复，展现出极强的环境适应性和快速繁殖能力。随着青海湖水域范围在2024年8–9月迅速扩张，刚毛藻水华亦呈现出随湖水向外迁移的空间变化过程（图6）。

3 数据质量控制与评估

本数据集主要通过以下手段进行质量控制与评估：

(1) 数据源质量控制。对地面飞控系统中记录的所有拍摄数据进行目视检查，确保航摄影像在航向（沿飞行方向）和旁向（垂直于飞行方向）满足规定的重叠度要求，且照片连续。确保无人机的航飞轨迹与预设飞行方案一致。验证POS数据的质量，确保其满足固定解要求，并与拍摄照片的数量一致，且一一对应。

(2) 正射影像的自动质量检验。利用Pix4Dmapper软件对无人机采集的照片进行自动化质量控制和地图投影处理，确保影像的拼接精度及正确输出符合规范。

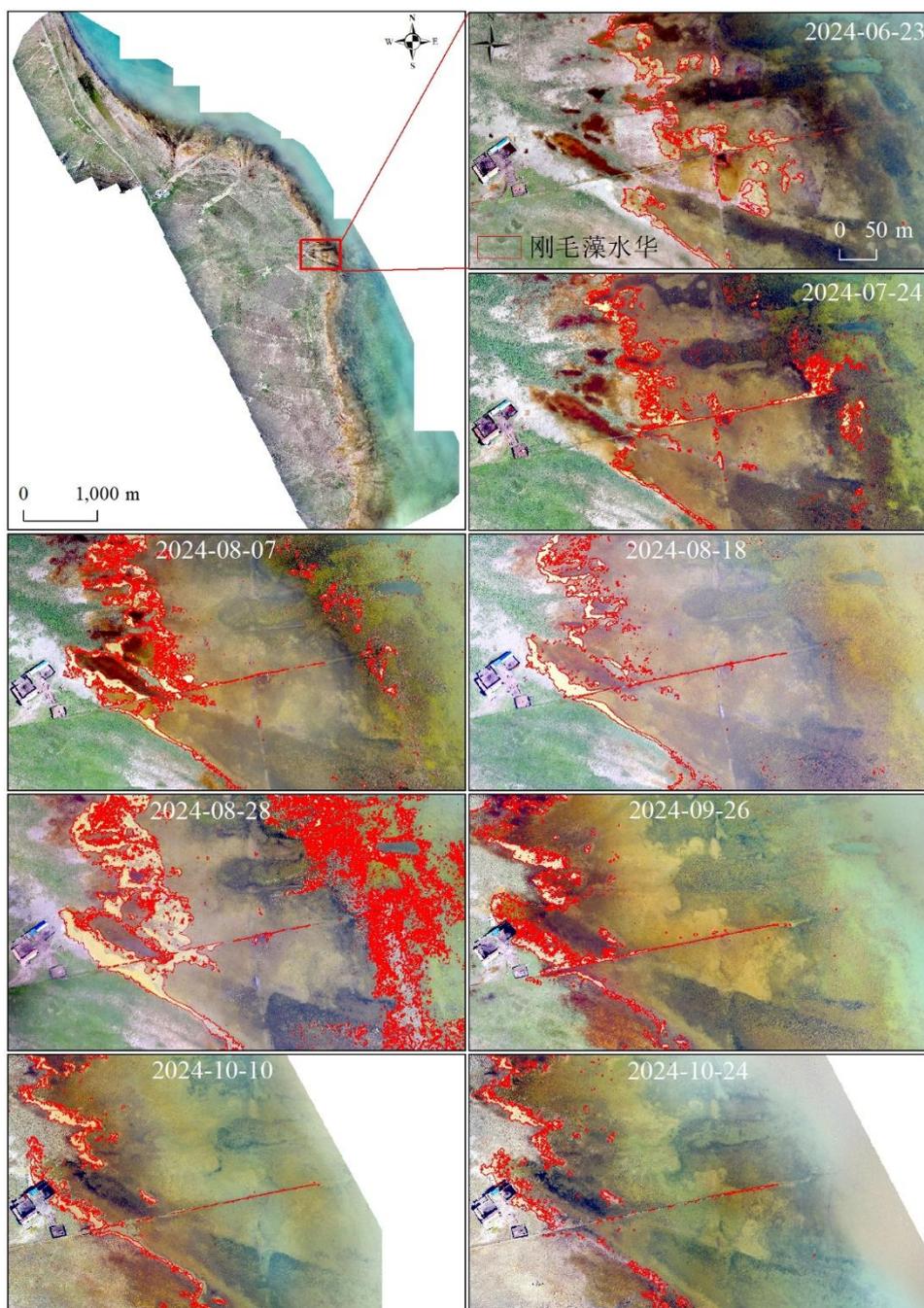


图 6 2024 年 6–10 月哈达湾湿地刚毛藻水华的空间分布

Figure 6 Spatial distribution of *Cladophora* blooms in Hada Bay wetland from June to October in 2024

(3) 目视解译检测。通过目视解译方法，验证 EXG 提取的刚毛藻水华空间分布数据与野外实地调查和目视解译结果的一致性。以 6 月 23 日鸟岛湿地南侧部分区域为例，基于 EXG 指数提取的刚毛藻水华面积为 4193.22 m²，基于目视解译的刚毛藻水华面积为 4195.84 m²（图 7）。精度评估表明，基于 EXG 提取的结果精度很高，空间上与实际航拍的刚毛藻水华空间分布重合，平均相对误差为 0.062%。

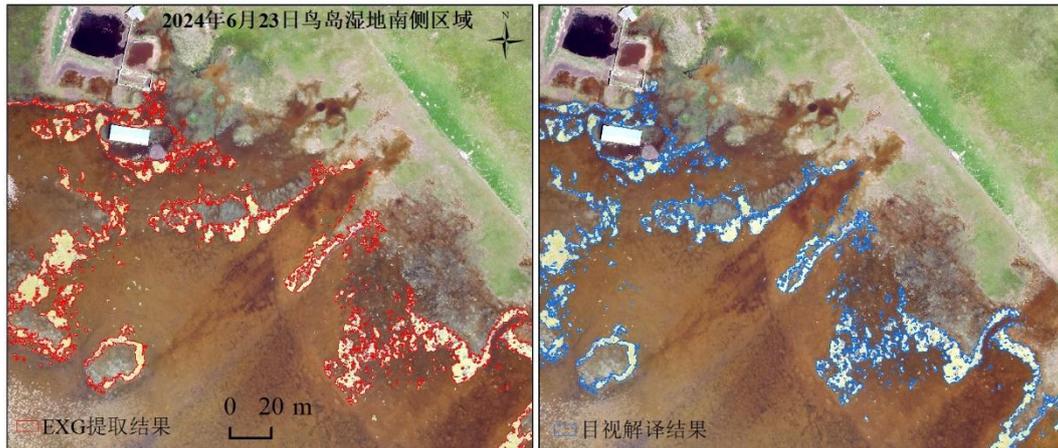


图7 EXG和目视解译提取结果对比

Figure 7 Comparison of EXG and visual interpretation extraction results

4 数据价值

高精度的刚毛藻水华空间分布数据对青海湖水生环境治理至关重要。自2019年以来，为抑制刚毛藻水华暴发，政府部门在青海湖西侧的重要湿地多次开展治理工程，主要采用人工与机械打捞方式。为实现刚毛藻水华的高精度监测，本数据集基于无人机遥感技术生成了甚高分辨率的刚毛藻水华空间分布数据，可直观反映水华斑块的分布位置、大小及变化趋势。本数据不仅能够科学评价2024年青海湖重要湿地刚毛藻水华治理效果，还可用作卫星遥感影像监测结果的验证数据，弥补卫星数据的不足。

5 数据使用方法和建议

本数据集是一套基于无人机正射影像生成的2024年6–10月青海湖重要湿地刚毛藻水华栅格数据产品，数据采用GeoTIFF格式，空间分辨率优于5 cm，支持在ArcGIS等相关软件中读取、编辑和查询，并可用于后续的空间分析与处理。

致谢

感谢青海湖国家级自然保护区管理局在野外工作时给予的大力支持。

数据作者分工职责

张娟（1998—），女，甘肃会宁人，博士研究生，研究方向为环境遥感。主要承担工作：数据采集、处理和文稿撰写。

姚晓军（1980—），男，山西夏县人，博士，教授，研究方向为地理信息技术与冰冻圈变化。主要承担工作：研究思路设计、数据质量控制和文稿撰写。

陈进轩（1996—），男，青海西宁人，硕士研究生，研究方向为藻类及其资源化利用。主要承担工作：数据采集、数据质量和数据质量控制。

韩胜利（1999—），男，甘肃张掖人，硕士研究生，研究方向为环境遥感。主要承担工作：数据采

集、数据处理和数据质量控制。

参考文献

- [1] 王淑宁, 刘鹏, 李斌, 等. 青海湖 中国第一大湖[J]. 森林与人类, 2024, 10: 94-99. [WANG S N, LIU P, LI B, et al. Qinghai Lake, the largest lake in China[J]. Forest & Humankind, 2024, 10: 94-99.]
- [2] 周丹, 张娟, 罗静, 等. 青海湖水位变化成因分析及其未来趋势预估研究[J]. 生态环境学报, 2021, 30(7): 1482-1491. DOI: 10.16258/j.cnki.1674-5906.2021.07.017. [ZHOU D, ZHANG J, LUO J, et al. Analysis of the causes of water level changes in Qinghai Lake and prediction of future trends[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2021, 30(7): 1482-1491. DOI: 10.16258/j.cnki.1674-5906.2021.07.017.]
- [3] 马凯丽, 熊雄, 敖鸿毅, 等. 青海湖新生湖滨带与主湖区水环境特征差异研究[J]. 水生生物学报, 2022, 46(12): 1788-1796. DOI: 10.7541/2022.2021.0289. [MA K L, XIONG X, AO H Y, et al. Differences in water environment characteristics between the new lakeshore zone and the main lake area of Qinghai Lake[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2022, 46(12): 1788-1796. DOI: 10.7541/2022.2021.0289.]
- [4] 郝美玉, 朱欢, 熊雄, 等. 青海湖刚毛藻分布特征变化及成因分析[J]. 水生生物学报, 2020, 44(5): 1152 - 1158. DOI: 10.7541/2020.133. [HAO M Y, ZHU H, XIONG X, et al. Analysis on the distribution and origin of Cladophora in the nearshore water of Qinghai Lake[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2020, 44(5): 1152 - 1158. DOI: 10.7541/2020.133.]
- [5] 段红玉. 青海湖藻类遥感监测与治理评价 [D]. 兰州: 西北师范大学, 2020. DOI: 10.27410/d.cnki.gxbfu.2020.001441. [DUAN H Y. Remote sensing monitoring and management evaluation of algae in Qinghai Lake[D]. Lanzhou: Northwest Normal University, 2020. DOI: 10.27410/d.cnki.gxbfu.2020.001441.]
- [6] DUAN H Y, YAO X J, ZHANG D H, et al. Long-term temporal and spatial monitoring of Cladophora blooms in Qinghai Lake based on multi-source remote sensing images[J]. Remote Sensing, 2022, 14(4): 853. DOI: 10.3390/rs14040853.
- [7] XU W T, SHEN Q, ZHANG B, et al. Remote Sensing Identification and Spatiotemporal Change Analysis of Cladophora with Different Morphologies[J]. Remote Sensing, 2024, 16(3): 602. DOI: 10.3390/rs16030602.
- [8] ZHANG J, YAO X, DUAN H Y, et al. Extraction of Cladophora Blooms in Qinghai Lake Through the Integration of Sentinel-2 MSI Imagery and Deep Learning Techniques[J]. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2024, 17: 19115-19129. DOI: 10.1109/JSTARS.2024.3447886.
- [9] 黄敏敏, 张宜辉, 周泽友, 等. 2013–2022年福建漳江口互花米草分布无人机遥感数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2023, 8(4): 152-161. DOI: 10.11922/11-6035.csd.2023.0011.zh. [HUANG M M, ZHANG Y H, ZHOU Z Y, et al. A dataset of the UAV remote sensing spatial distribution of Spartina alterniflora in the Zhangjiang Estuary of Fujian Province from 2013 to 2022[J/OL]. China Scientific Data, 2023, 8(4): 152-161. DOI: 10.11922/11-6035.csd.2023.0011.zh.]
- [10] CHEN A, CONG X, ZHANG M, et al. Cross-scale mapping of above-ground biomass and shrub dominance by integrating UAV and satellite data in temperate grassland[J]. Remote Sensing of

Environment, 2024, 304: 114024. DOI: 10.1016/j.rse.2024.114024.

[11] GALLO I, REHMAN A U, DEHKORD R H, et al. Deep Object Detection of CropWeeds: Performance of YOLOv7 on a Real Case Dataset from UAV Images[J]. Remote Sensing, 2023, 15(2): 539. DOI: 10.3390/rs15020539.

[12] TIAN J, ZHANG Z, WILLIAM D, et al. Simultaneous estimation of fractional cover of photosynthetic and non-photosynthetic vegetation using visible-near infrared satellite imagery[J]. Remote Sensing of Environment, 2023, 290: 113549. DOI: 10.1016/j.rse.2023.113549.

[13] WOEBBECKE D M, MEYER G E, BARGEN K V, et al. Color Indices for Weed Identification Under Various Soil, Residue, and Lighting Conditions[J]. Transactions of the Asae, 1995, 38(1): 259-269. DOI: 10.13031/2013.27838.

论文引用格式

张娟, 姚晓军, 陈进轩, 等. 2024 年青海湖重要湿地无人机遥感刚毛藻水华栅格数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2025, 10(3). (2025-07-26). DOI: 10.11922/11-6035.noda.2024.0206.zh.

数据引用格式

张娟, 姚晓军, 陈进轩, 等. 2024 年青海湖重要湿地无人机遥感刚毛藻水华栅格数据集[DS/OL]. V2. Science Data Bank, 2024. (2025-07-23). DOI: 10.57760/sciencedb.j00001.01216.

A dataset of *Cladophora* bloom raster files in the key wetlands of Qinghai Lake in 2024

ZHANG Juan¹, YAO Xiaojun^{1*}, CHEN Jinxuan², HAN Shengli¹

1. College of Geography and Environment Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, P.R. China

2. Qinghai Lake National Nature Reserve Administration, Qinghai 812300, P.R. China

*Email: yaobj_nwnu@163.com

Abstract: Qinghai Lake is the largest lake in China and a crucial water body for maintaining ecological security on the Qinghai-Tibet Plateau. Influenced by the warming and humid climate, the lake's water level has been rising continuously since 2005, resulting in an expansion of its surface area. The newly submerged zones around the lake have contributed to the abnormal proliferation of *Cladophora* blooms in river mouths and wetlands. Timely monitoring of the spatial distribution and temporal dynamics of *Cladophora* blooms is of great significance for improving the lakeshore habitats and implementing scientific management. Using a vertical take-off and fixed-wing UAV equipped with a visible-light camera, aerial photographs of Qinghai Lake's important wetlands were acquired from June to October 2024. Using photogrammetric techniques, a total of 48 digital orthophoto maps (DOMs) across 8 time periods were generated. The spatial distribution data of *Cladophora* blooms for all 8 periods were extracted using object-based image

segmentation and the Excess Green Index (EXG) method. The resulting dataset is provided in GeoTIFF format with a spatial resolution finer than 5 cm. This dataset fills a critical gap in the availability of ultra-high-resolution data on *Cladophora* blooms in Qinghai Lake. It can be used to validate satellite-based *Cladophora* extraction methods, to analyze the intra-annual spatial and temporal variation of blooms in key wetland zones, and to assess the effectiveness of manual removal and ecological management strategies.

Keywords: UAV; Digital orthophotography; *Cladophora* blooms; object-oriented segmentation; key wetlands in Qinghai Lake

Dataset Profile

Title	A dataset of <i>Cladophora</i> bloom raster files in the key wetlands of Qinghai Lake in 2024
Data corresponding author	YAO Xiaojun (yaoxj_nwnu@163.com)
Data authors	ZHANG Juan, YAO Xiaojun, CHEN Jinxuan, HAN Shengli
Time range	June – October, 2024
Geographical scope	36.53°-37.25°N, 99.60°-100.27°E
Data volume	943.15 MB
Data format	TIF
Data service system	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01216
Sources of funding	The Open Fund of the Field Scientific Observation and Research Station for the Mid-subalpine Ecosystem in the Qilian Mountains (QLSKFJJ-2024-D0013); the Graduate Research Grant of Northwest Normal University (2023KYZZ-B070).
Dataset composition	This dataset consists of <i>Cladophora</i> bloom raster files collected from the key wetlands of Qinghai Lake across 8 periods from June to October in 2024. The dataset is packaged as a compressed folder named UAV_Cladophora_blooms_QHL.zip; inside the main folder are 8 sub-folders, each named according to the corresponding acquisition date. Each folder contains GeoTIFF-format raster files representing <i>Cladophora</i> bloom distributions captured during different UAV flight missions on the same date. The raster files are named as follows: “HDW_Date.tif”, “NDN_Date.tif”, “NDS1_Date.tif”, “NDS2_date.tif”, “QW1_date.tif” and “QW2_date.tif”, where “HDW” denotes Hada Bay Wetland, “NDN” denotes the north side of Bird Island Wetland, “NDS” denotes the south side of Bird Island Wetland, and ‘QW’ denotes Quanwan Wetland.