



文献 CSTR:

32001.14.11-6035.csd.2021.0075.zh

文献 DOI:

10.11922/11-6035.csd.2021.0075.zh

数据 DOI:

10.11922/sciencedb.j00001.00308

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2021-11-02

开放同评: 2022-01-06

录用日期: 2022-08-15

发表日期: 2023-03-23

2020 年青海省面积 $\geq 1.0 \text{ km}^2$ 湖泊边界数据集

张鸿芳¹, 姚晓军^{1*}, 肖建设², 王玉¹, 沙特¹, 张聪¹

1. 西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070

2. 青海省气象科学研究所, 西宁 810008

摘要: 青海省 ($31^{\circ}39'-39^{\circ}19'N$, $89^{\circ}35'-103^{\circ}04'E$) 地处青藏高原东北部, 作为长江、黄河和澜沧江等诸多河流的发源地, 被誉为“中华水塔”, 开展青海省内湖泊现状调查对正确认识气候变化影响和推进生态文明建设具有重要意义。本数据集使用 Sentinel-2A/2B MSI 高分辨率影像, 基于水体的归一化差异水体指数 (NDWI) 大于归一化差异植被指数 (NDVI) 这一特征进行逐像元初步筛选, 经人工检核修订后构建 2020 年青海省面积 $\geq 1.0 \text{ km}^2$ 的湖泊边界数据集, 其中包括湖泊名称、面积、高程、流域、行政区划和日期等属性信息。本数据集反映了 2020 年青海省湖泊分布状况, 可作为青海省湖泊生态环境保护、区域水资源合理利用以及防灾减灾等研究的数据源和科学依据。

关键词: 湖泊; 青海省; Sentinel-2; NDWI; NDVI

数据库 (集) 基本信息简介

数据库 (集) 名称	2020 年青海省面积 $\geq 1.0 \text{ km}^2$ 湖泊边界数据集
数据作者	张鸿芳、姚晓军、肖建设、王玉、沙特、张聪
数据通信作者	姚晓军 (yaoxj_nwnu@163.com)
数据时间范围	2020 年
地理区域	$31^{\circ}39'-39^{\circ}19'N$, $89^{\circ}35'-103^{\circ}04'E$
空间分辨率	10 m
数据量	5.98 MB
数据格式	ESRI Shapefile 文件 (压缩为.zip 格式)
数据服务系统网址	http://dx.doi.org/10.11922/sciencedb.j00001.00308
基金项目	国家自然科学基金项目 (41861013, 42071089); 2020 年山洪地质灾害防治气象保障工程项目 (2020KYSJZTP-011)。
数据库 (集) 组成	本数据集为 2020 年青海省 231 个湖泊的边界数据, 保存为一个压缩文件 (Qinghai_Lake.zip)。

引言

作为大气圈、生物圈、岩石圈和陆地水圈相互作用的连接点, 湖泊是全球环境变化的敏感区域^[1], 它的形成与消失、扩张与收缩以及由此引起的生态环境演化过程是不同空间尺度构造和气候事件共同作用的结果^[2], 也是揭示全球气候变化与区域响应的重要信息载体^[3]。湖泊在一定程度上能够体现区域水资源空间分

* 论文通信作者

姚晓军: yaoxj_nwnu@163.com

布特征, 湖泊面积和水量变化是其对气候变化响应的最直观反映^[4], 因此湖泊边界矢量数据是开展湖泊时空变化、气候变化以及区域水资源利用等研究的基础数据^[5]。实地考察和定点观测等方式仅能获取有限的湖泊数据, 随着卫星遥感数据持续增多、多种水体遥感提取方法提出^[6]和 GIS 技术应用, 大范围、多尺度湖泊监测得以实现。

青海省 ($31^{\circ}39'-39^{\circ}19'N$, $89^{\circ}35'-103^{\circ}04'E$) 位于我国西北部和青藏高原东北部, 东西长约 1200 km, 南北宽约 800 km, 总面积 $72.23 \times 10^4 \text{ km}^2$, 约占全国国土总面积的 7.5%^[7]。青海省地势高亢, 平均海拔超过 3000 m, 总体呈现由东北和西北向西南逐渐升高的趋势。因深居内陆, 青海省属大陆性干旱、半干旱高原气候, 具有日照时间长、辐射强烈、气候干燥、气温低、降雨集中在 6-9 月等特点^[8]。青海省内湖泊众多, 2020 年青海省湖泊数量和面积分别为 386 个和 14368.81 km^2 , 湖泊面积仅次于西藏自治区, 约占全国湖泊总面积的 17.33%^[9]。因自然环境较为恶劣, 受人类活动干扰较少, 青海省大多数湖泊仍处于自然原始状态, 能够较为真实地反映气候变化状况, 是全球环境变化研究的典型地区之一^[10]。近年来, 受气候暖湿化影响青海省境内湖泊呈现明显的扩张趋势, 主要表现为湖泊水位上升、水域范围扩大和水量增加^[11]。作为流域水量平衡的综合结果^[8], 湖泊水域变化在一定程度上反映了区域水资源分布变化特征^[5], 同时湖面扩张亦会对湖区附近的交通设施和居民点构成直接威胁, 因此监测湖泊变化对于区域水资源评估、水文与气候变化过程监测以及相关管理政策制定至关重要^[10]。

近年来, 已有学者陆续发布青藏高原或全国湖泊数据集^[5,9,12-13], 并分析了青海省湖泊多年动态变化特征^[10-11], 但这些公开数据集大多基于 Landsat 卫星遥感影像提取湖泊边界。自 Sentinel-2A/2B 卫星发射以来, 其所携带的 MSI 传感器采集的影像具有高空间分辨率及免费获取等优势逐渐成为湖泊研究的重要数据源之一, 但目前基于该影像的湖泊数据集仍然比较缺乏。本研究基于 Sentinel-2A/2B MSI 高分辨率遥感影像, 采用自动提取结合人工修订方式构建 2020 年青海省湖泊边界矢量数据, 从而为青海省监测评估气候变化生态影响和制定合理的生态环境保护决策提供数据支撑。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据源

本研究共选用 84 景 Sentinel-2A/2B MSI 影像作为解译青海省湖泊的遥感数据源 (表 1), 所用影像级别均为 Level-2A 级, 即经过正射校正、几何精校正和大气校正的大气底层反射率数据产品, 从欧空局哥白尼数据中心 (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) 下载获得, 选用波段的空间分辨率为 10 m。受降水季节变化影响, 湖泊年内变化较为剧烈, 为降低这一影响, 选择降水和云量较少且湖泊面积相对稳定的月份作为解译湖泊水域范围的最佳时间^[5]。其中, 采集时间为 10 月的遥感影像数量最多, 为 44 景; 其次是 9 月和 8 月, 分别为 20 景和 12 景; 此外还选用了少量 7 月、11 月和 12 月的遥感影像 (共 8 景) 作为补充。

为完善湖泊名称、高程、流域及行政区划等属性信息, 在数据集制作过程中参考了《中国湖泊志》^[14]、《中国湖泊调查报告》^[15]、《中国地图集》^[16]、数字高程模型 (DEM) 数据、中国第二次冰川编目数据集^[17]等资料, 其中 DEM 数据为 SRTMGL1v003 数据产品, 空间分辨率为 30 m, 从美国地质调查局网站 (<https://lpdaac.usgs.gov/products/srtmgl1v003/>) 下载获得。

表 1 Sentinel-2A/2B MSI 影像信息

Table 1 Information on Sentinel-2A/2B MSI images

序号	影像源	序号	影像源	序号	影像源
01	T45SYA_20201004	29	T46SED_20201018	57	T47SLC_20200925
02	T45SYS_20201228	30	T46SEE_20201008	58	T47SLD_20201015
03	T45SYT_20201011	31	T46SEF_20201018	59	T47SLS_20201116
04	T45SYU_20201009	32	T46SEG_20201003	60	T47SLT_20201012
05	T45SYV_20201113	33	T46SEJ_20201016	61	T47SLU_20201010
06	T46SBC_20200817	34	T46SFB_20201010	62	T47SLV_20201015
07	T46SBC_20201230	35	T46SFB_20201013	63	T47SMA_20200922
08	T46SBD_20201011	36	T46SFC_20200819	64	T47SMC_20200915
09	T46SBE_20200921	37	T46SFC_20200826	65	T47SMS_20201012
10	T46SBE_20201113	38	T46SFD_20201028	66	T47SMT_20201012
11	T46SBG_20200929	39	T46SFE_20201018	67	T47SMU_20201012
12	T46SBH_20200929	40	T46SFG_20201013	68	T47SMV_20201017
13	T46SCB_20200817	41	T46SFH_20201008	69	T47SNA_20200902
14	T46SCC_20200901	42	T46SFH_20201028	70	T47SNB_20200902
15	T46SCD_20201011	43	T46SGA_20201015	71	T47SNC_20200902
16	T46SCE_20200921	44	T46SGB_20201015	72	T47SND_20200917
17	T46SCF_20200921	45	T46SGC_20201015	73	T47SNU_20200902
18	T46SCG_20201011	46	T46SGD_20201030	74	T47SNV_20201002
19	T46SCH_20201026	47	T46SGE_20201010	75	T47SPA_20200825
20	T46SDB_20200824	48	T46SGF_20201025	76	T47SPB_20200922
21	T46SDC_20201008	49	T46SGG_20200819	77	T47SPC_20200704
22	T46SDD_20201016	50	T46SGH_20200918	78	T47SPC_20200828
23	T46SDE_20200921	51	T47SKR_20201010	79	T47SPS_20200820
24	T46SDF_20200921	52	T47SKS_20201114	80	T47SQA_20201024
25	T46SDG_20201026	53	T47SKU_20201025	81	T47SQB_20200726
26	T46SEB_20201013	54	T47SKV_20200826	82	T47SQB_20200820
27	T46SEB_20201018	55	T47SLA_20201010	83	T47SQB_20200904
28	T46SEC_20201013	56	T47SLB_20200925	84	T47SQS_20200825

1.2 数据处理方法

随着高空间、时间分辨率卫星遥感影像数据的出现，国内外学者针对如何准确、快速提取水体提出多种解译方法，经历了由目视解译到光谱特征提取，自动分类再到光谱与空间信息结合等多个阶段^[18-19]。由于水体在红光波段反射率高于近红外波段反射率，因此其 NDVI 值一般为负或接近于 0，可利用 Rouse 等^[20]提出的归一化差异植被指数（Normalized Difference Vegetation Index, NDVI）阈值分离水体^[21]。Mcfeeters^[22]提出的归一化差异水体指数（Normalized Difference Water Index, NDWI）

通过比值运算方式消除太阳高度角、云等因素干扰，因有效突出水体信息且方法简单被应用于水体提取研究。水体指数法逐渐成为湖泊遥感监测最常用的方法之一，此后一些学者不断对其进行改进，以期获得更好的数据产品^[18-19]。其中，Lu 等^[23]发现，NDWI 与 NDVI 取差值后可以增强水体与周围区域之间的对比度，结合两种指数各自优势可更好地提取水体。本研究采用 Lu 等^[23]提出的方法，将满足 NDWI > NDVI 条件的像元视作水体来提取 2020 年青海省面积 ≥ 1.0 km² 的湖泊边界。NDVI 和 NDWI 计算方法如下：

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (1)$$

$$NDWI = \frac{\rho_{GREEN} - \rho_{NIR}}{\rho_{GREEN} + \rho_{NIR}} \quad (2)$$

式中， ρ_{NIR} 代表近红外波段（Sentinel 2A/2B MSI 影像第 8 波段）的反射率， ρ_{RED} 代表红光波段（Sentinel 2A/2B MSI 影像第 4 波段）的反射率， ρ_{GREEN} 代表绿光波段（Sentinel 2A/2B MSI 影像第 3 波段）的反射率。

1.3 数据处理流程

湖泊边界提取流程如下：

(1) 波段运算：基于 Sentinel-2A/2B MSI 影像（图 1-a）计算 NDWI（图 1-b）和 NDVI 值（图 1-c），分别获得 2020 年的 NDWI 栅格影像集和 NDVI 栅格影像集；

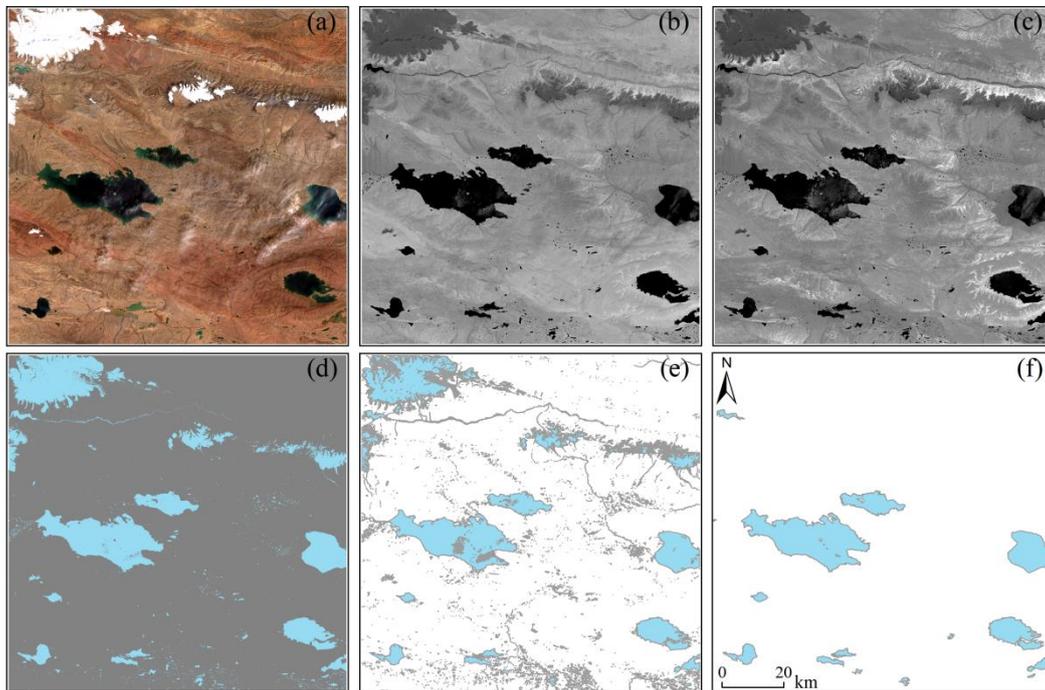


图 1 湖泊边界提取过程（底图为 2020 年 9 月 21 日 Sentinel-2A MSI 影像）

Figure 1 Extraction process of lake boundary data (the base map is Sentinel-2A MSI image on 21 september 2020)

(2) 二值运算：以 NDWI > NDVI 为条件对影像进行分类，获得湖泊与非湖泊区二值图（图 1-d）；

(3) 数据结构转换：将二值图转换为矢量格式（图 1-e），并将矢量数据进行合并和融合处理，

初步提取结果包含河流、云阴影、湖泊、水库、冰川、湿地等研究区潜在水体数据；

(4) 目视检查及修订：剔除非水体和少量的非水体、独立的河流（即与湖泊不相连的河流），检查湖泊边界及内部是否存在空洞，填补非真实的湖心岛，剔除面积小于 1.0 km^2 的水体，获得湖泊边界数据（图 1-f）；

(5) 录入湖泊属性：参考《中国湖泊志》^[14]、《中国湖泊调查报告》^[15]、《中国地图集》^[16]和中国第二次冰川编目数据集^[17]，录入各湖泊的名称、所属市（自治州）和流域等属性，其中流域包括一级流域名称和二级流域名称。根据湖泊边界矢量数据和 SRTMGL1v003 数据产品，分别计算其编码、面积、周长、地理范围、质心坐标、高程等几何信息和地形信息。根据选用的遥感影像，分别录入其影像名称和采集日期。

2 数据样本描述

2.1 数据样本概述

2020年青海省面积 $\geq 1.0\text{ km}^2$ 的湖泊共 231 个，总面积为 14374.56 km^2 ，主要分布在柴达木盆地、黄河源头、可可西里地区以及青南高原西侧等地区（图 2）。青海省湖泊的基本特征是面积以 $\geq 100\text{ km}^2$ 的湖泊为主（ 11779.24 km^2 ），数量以介于 $1\text{--}50\text{ km}^2$ 的湖泊为主（194 个）（图 3）。当湖泊面积 $\geq 20\text{ km}^2$ 时，湖泊数量随面积等级的增加呈现递减趋势；除面积介于 $50\text{--}100\text{ km}^2$ 等级的湖泊总面积小于面积介于 $20\text{--}50\text{ km}^2$ 等级的湖泊面积外，其余各面积等级的湖泊总面积均随面积等级的增加呈现递增趋势。青海省所属一级流域中（表 2），长江流域、东亚内流区和青藏高原内流区的湖泊数量位居前 3 位，分别为 89 个、57 个和 45 个，约占青海省湖泊总数的 82.68%；东亚内流区、青藏高原内流区和黄河流域的湖泊面积位居前 3 位，分别为 7779.01 km^2 、 3966.55 km^2 和 1521.76 km^2 ，约占青海省湖泊总面积的 92.30%。从二级流域来看，金沙江流域的湖泊数量最多（87 个），柴达木内流区的湖泊数量仅次于金沙江流域，但湖泊总面积最大（ 7737.78 km^2 ）。

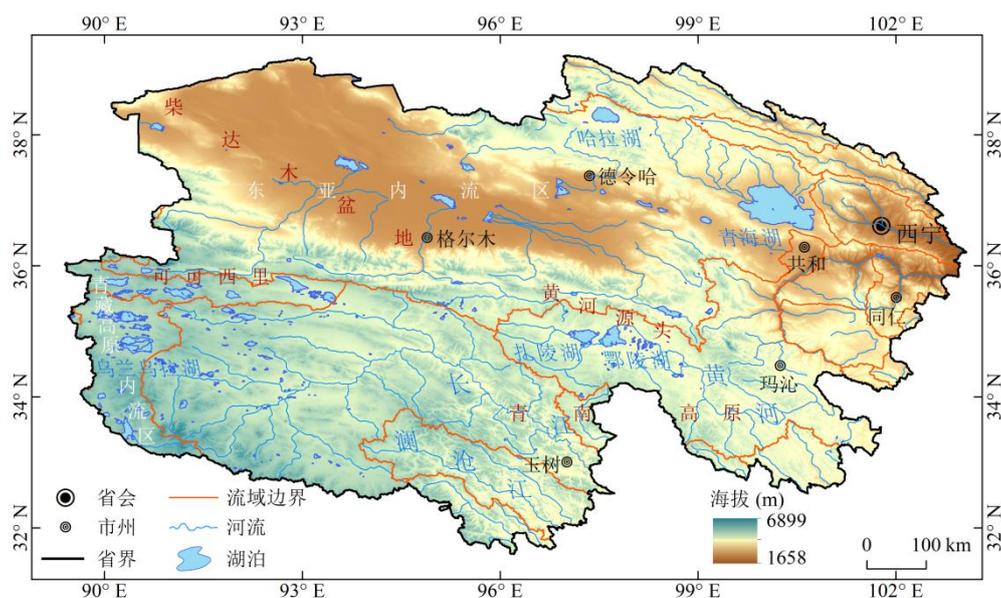


图 2 2020年青海省面积 $\geq 1.0\text{ km}^2$ 的湖泊分布

Figure 2 Distribution of the lakes ($\geq 1.0\text{ km}^2$) in Qinghai Province in 2020

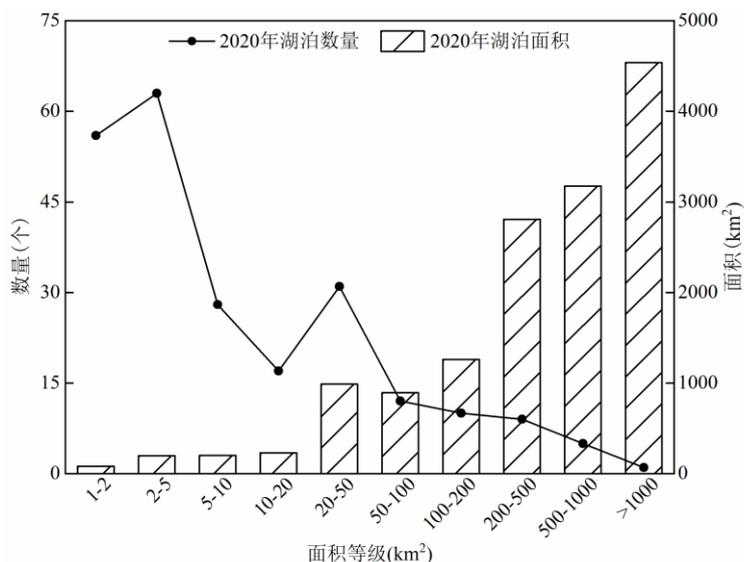


图3 2020年青海省不同面积等级湖泊数量与面积分布

Figure 3 Number and area of lakes in different sizes in Qinghai Province in 2020

表2 2020年青海省各流域湖泊数量和面积统计

Table 2 Statistics of lakes in different basins in Qinghai Province in 2020

一级流域 (编码)	二级流域 (编码)	湖泊数量 (个)	湖泊面积 (km ²)
黄河 (5J)	黄河上游段(5J3)	38	1518.56
	大通河(5J4)	1	3.19
	合计	39	1521.76
长江 (5K)	金沙江(5K4)	87	1083.32
	雅砻江(5K5)	1	1.72
	岷江(5K6)	1	1.50
	合计	89	1086.54
澜沧江(5L)	扎曲(5L4)	1	20.70
东亚内流区(5Y)	河西内流区(5Y4)	4	41.23
	柴达木内流区(5Y5)	53	7737.78
	合计	57	7779.01
青藏高原内流区(5Z)	阿雅格库木库里湖和可可西里湖流域区(5Z1)	12*	1752.85
	色林错(5Z2)	32*	2192.50
	多格错仁湖 (5Z5)	1	21.20
	合计	44*	3966.55

注：涟湖横跨阿雅格库木库里湖和可可西里湖流域区以及色林错两个流域，2020年总面积为92.99 km²，在两个流域内的面积分别为90.67 km²和2.32 km²。

2.2 数据属性表

2020 年青海省面积≥1.0 km² 湖泊边界矢量数据属性表共有 13 个字段，描述了湖泊的名称、位置、面积、海拔、数据源等信息（表 3）。其中，湖泊编码（L_ID）是属性表的唯一标识符，参照中国第二次冰川编目编码方案，编码格式为“LnnnnnnEmmmmmN”，其中 L 代表湖泊，nnnnnn 的数值范围为[000000, 359999]，mmmmm 的数值范围为[00000, 90000]，数值为湖泊多边形质心的经纬度（以度为单位）乘以 1000 取整结果，E、N 分别指代东经和北纬；湖泊名称（Name）以《中国湖泊志》^[14]和《中国湖泊调查报告》^[15]所列湖泊名称为准；湖泊高程（Elevation）为湖泊水域范围内 SRTMGL1v003 像元值的平均值；湖泊范围（Extent）以构成其外接矩形的角点最小坐标值和最大坐标值来表示，格式为“(最小经度-最大经度, 最小纬度-最大纬度)”，数值取两位小数。

表 3 青海省面积≥1.0 km² 湖泊边界数据属性表说明

Table 3 Instruction of attribute table of the boundary data of the lakes (≥1.0 km²) in Qinghai Province

序号	名称	数据类型	字符长度	是否必填	字段描述
1	L_ID	string	14	是	湖泊编码
2	Name	string	50	否	湖泊名称
3	Area	double	-	是	湖泊面积
4	Perimeter	double	-	是	湖岸线周长
5	Elevation	long	4	是	湖泊高程
6	Long_Cen	double	-	是	湖泊质心经度
7	Lat_Cen	double	-	是	湖泊质心纬度
8	Extent	string	50	是	湖泊范围
9	Basin_F	string	50	是	所属一级流域
10	Basin_S	string	60	是	所属二级流域
11	City	string	50	是	所属市（自治州）
12	Source	string	50	是	遥感影像数据源
13	Date	string	50	是	遥感影像采集日期

3 数据质量控制和评估

2020 年青海省面积≥1.0 km² 湖泊边界矢量数据集基于 Sentinel-2A/2B MSI 遥感影像采用指数法与目视解译相结合的方法提取，精度最终控制在一个像元内^[24]。若仅考虑由遥感影像空间分辨率引起的误差，湖泊面积总误差为 48.65 km²，占湖泊总面积的 0.34%，计算方法如下：

$$\Delta E = \frac{P_L \times A}{2} \quad (3)$$

式中， ΔE 表示由影像空间分辨率造成的湖泊边界提取误差（m²）， P_L 表示湖岸线周长（m）， A 表示 Sentinel-2A/2B MSI 影像单个像元的边长（m），影像空间分辨率为 10 m。

为进一步验证本数据集精度，参考张国庆基于 Landsat 影像发布的《青藏高原大于 1 平方公里湖泊数据集（V3.0）（1970s-2021）》^[12]进行对比（表 4）。统计结果表明，两数据集差异较大的区域主要集中在可可西里地区，该地存在较多的时令湖，湖泊面积的季节变化较大；并且参考数据集中

还将青海省东部的部分人工水库解译为湖泊（图 4-a），导致两数据集存在一定差异。以面积 $\geq 1.0 \text{ km}^2$ 为统计口径，由于本数据集选择降水和云量较少且湖泊面积相对稳定月份的影像提取湖泊边界，剔除了许多时令湖，导致参考数据集中青海省湖泊数量大于本数据集；由于两数据集影像源和提取方法不同，参考数据集中青海省 $\geq 1.0 \text{ km}^2$ 的湖泊总面积小于本数据集，二者相差 91.09 km^2 。与参考数据集相比，本研究选择了更高分辨率的 Sentinel-2A/2B MSI 遥感影像为数据源，能够更细致地反映湖泊局部特征。此外，本数据集处理流程中的人工检查和修订环节有效避免了参考数据集中湖泊边界的锯齿状现象（图 4-b），提取的湖泊边界更加精确。

表 4 本数据集与参考湖泊数据集对比

Table 4 Comparison between this dataset and the reference lake dataset

数据来源	本数据集	青藏高原大于 1 平方公里 湖泊数据集 (V3.0) (1970s-2021)	
		所有湖泊	面积 $\geq 1.0 \text{ km}^2$
统计口径	面积 $\geq 1.0 \text{ km}^2$	所有湖泊	面积 $\geq 1.0 \text{ km}^2$
湖泊数量 (个)	231	398	273
湖泊面积 (km^2)	14374.56	14370.13	14283.47

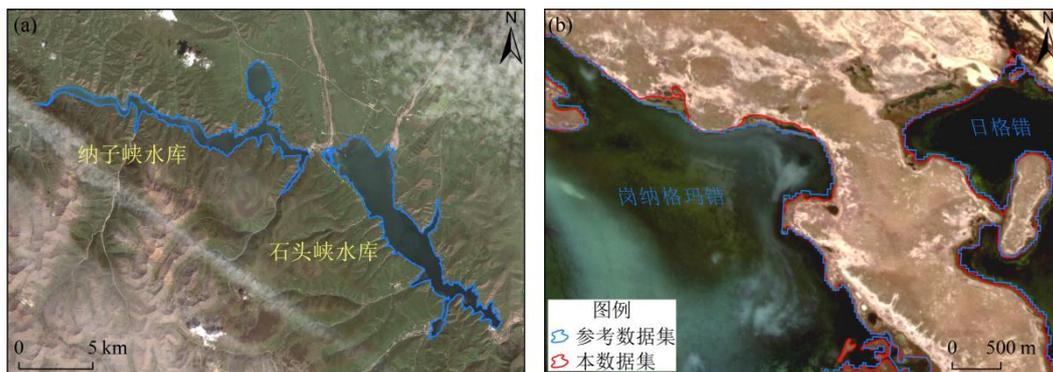


图 4 本数据集与参考湖泊数据集对比示例

Figure 4 Illustration of differences between this dataset and the reference lake dataset

4 数据价值

现有的青海省湖泊数据集^[5,9,12-13]大多基于空间分辨率较低的 MODIS 和 Landsat MSS/TM/ETM+ 影像，本数据集采用了空间分辨率更高的 Sentinel-2A/2B MSI 影像，相比较现有湖泊数据集能够反映湖泊更细微的局部特征和更为精确的湖泊边界，且经过人工修订后准确性较高，可作为未来湖泊边界数据更新的基础。本数据集不仅反映了 2020 年青海省湖泊分布现状，而且可为全面认识气候变化背景下青海省湖泊的响应规律、区域水资源的合理利用和环境保护提供数据支持。

5 数据使用方法和建议

本数据集解压后为 ESRI Shapefile 格式，地理坐标系为 WGS-1984，投影坐标系为 Albers 等面积投影，可在 ArcGIS、MapGIS 和 SuperMap 等地理信息系统软件中查看、编辑和分析。

数据作者分工职责

张鸿芳（1996—），女，山西省蒲县人，硕士研究生，研究方向为 GIS 设计与开发。主要承担工作：数据处理及论文撰写。

姚晓军（1980—），男，山西省夏县人，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：研究思路设计和过程指导。

肖建设（1979—），男，河南省永城市人，正研级高级工程师，研究方向为生态环境和气候变化研究。主要承担工作：数据处理及质量控制。

王玉（1996—），女，四川省万源市人，硕士研究生，研究方向为资源与环境信息工程。主要承担工作：数据处理及质量控制。

沙特（1998—），男，北京市密云区人，硕士研究生，研究方向为资源与环境信息工程。主要承担工作：数据处理及质量控制。

张聪（1995—），男，甘肃省甘谷县人，博士研究生，研究方向为 GIS 设计与开发。主要承担工作：数据处理及质量控制。

参考文献

- [1] 柯长青. 湖泊遥感研究进展[J]. 海洋湖沼通报, 2004(4): 81–86. DOI: 10.13984/j.cnki.cn37-1141.2004.04.014. [KE C Q. A review of monitoring lake environment change by means of remote sensing[J]. Transaction of Oceanology and Limnology, 2004(4): 81–86. DOI: 10.13984/j.cnki.cn37-1141.2004.04.014.]
- [2] 鲁安新, 王丽红, 姚檀栋. 青藏高原湖泊现代变化遥感方法研究[J]. 遥感技术与应用, 2006, 21(3): 173–177. DOI: 10.3969/j.issn.1004-0323.2006.03.001. [LU A X, WANG L H, YAO T D. The study of yamzho lake and Chencuo Lake variation using remote sensing in Tibet Plateau from 1970 to 2000[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2006, 21(3): 173–177. DOI: 10.3969/j.issn.1004-0323.2006.03.001.]
- [3] 马荣华, 杨桂山, 段洪涛, 等. 中国湖泊的数量、面积与空间分布[J]. 中国科学: 地球科学, 2011, 41(3): 394–401. DOI: 10.1007/s11430-010-4052-6. [MA R H, YANG G S, DUAN H T, et al. China's lakes at present: Number, area and spatial distribution[J]. Scientia Sinica (Terrae), 2011, 41(3): 394–401. DOI: 10.1007/s11430-010-4052-6.]
- [4] 朱立平, 鞠建廷, 乔宝晋, 等. “亚洲水塔”的近期湖泊变化及气候响应: 进展、问题与展望[J]. 科学通报, 2019, 64(27): 2796–2806. DOI: 10.1360/TB-2019-0185. [ZHU L P, JU J T, QIAO B J, et al. Recent Lake changes of the Asia Water Tower and their climate response: progress, problems and prospects[J]. Chinese Science Bulletin, 2019, 64(27): 2796–2806. DOI: 10.1360/TB-2019-0185.]
- [5] 张大弘, 李晓锋, 姚晓军. 2000—2014 年中国西北地区面积 $\geq 10 \text{ km}^2$ 主要湖泊边界数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2018, 3(4): 55–63. DOI: 10.11922/csdata.2018.0041.zh. [ZHANG D H, LI X F, YAO X J. A dataset of lakes in northwest China with an area above 10 km^2 (2000-2014)[J/OL]. China Scientific Data, 2018, 3(4): 55–63. DOI: 10.11922/csdata.2018.0041.zh.]

- [6] 彭妍菲, 李忠勤, 姚晓军, 等. 基于多源遥感数据和 GEE 平台的博斯腾湖面积变化及影响因素分析[J]. 地球信息科学学报, 2021, 23(6): 1131–1153. DOI: 10.12082/dqxxkx.2021.200361. [PENG Y F, LI Z Q, YAO X J, et al. Area change and cause analysis of Bosten Lake based on multi-source remote sensing data and GEE platform[J]. Journal of Geo-Information Science, 2021, 23(6): 1131–1153. DOI: 10.12082/dqxxkx.2021.200361.]
- [7] 韩辉邦, 马明国, 马守存, 等. 近 30 a 青海省植被变化及其气候驱动因子分析[J]. 干旱区研究, 2017, 34(5): 1164–1174. DOI: 10.13866/j.azr.2017.05.27. [HAN H B, MA M G, MA S C, et al. Vegetation change and its driving climatic factors in Qinghai Province in recent 30 years[J]. Arid Zone Research, 2017, 34(5): 1164–1174. DOI: 10.13866/j.azr.2017.05.27.]
- [8] 崔锦霞, 郭安廷, 杜荣祥, 等. 1990—2015 年青海省湖泊时空变化及其对气候变化的响应分析[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(3): 658–670. DOI: 10.11870/cjlyzyyhj201803022. [CUI J X, GUO A T, DU R X, et al. Spatial-temporal variations of lakes in Qinghai Province and its responses to climatic change analysis from 1990 to 2015[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2018, 27(3): 658–670. DOI: 10.11870/cjlyzyyhj201803022.]
- [9] 张国庆. 中国湖泊数据集 (1960s-2020) [DS/OL]. 时空三极环境大数据平台, 2019. DOI: 10.11888/Hydro.tpdc.270302. CSTR: 18406.11.Hydro.tpdc.270302. [ZHANG G Q. China lake dataset (1960s-2020)[DS/OL]. A Big Earth Data Platform for Three Poles, 2019. DOI: 10.11888/Hydro.tpdc.270302. CSTR: 18406.11.Hydro.tpdc.270302.]
- [10] 皮英楠, 刘世英, 李宗仁, 等. 基于 GF-1 与 Landsat 卫星数据的青海省湖泊遥感调查及其动态变化分析[J]. 宁夏大学学报(自然科学版), 2018, 39(2): 170–176. [PI Y N, LIU S Y, LI Z R, et al. Remote-sensing survey and dynamic change analysis on lakes in Qinghai Province based on GF-1 and landsat satellite data[J]. Journal of Ningxia University (Natural Science Edition), 2018, 39(2): 170–176.]
- [11] 程俭, 刘昌华, 刘凯, 等. 2004 年以来青海湖快速扩张对人居设施与草地的潜在影响[J]. 湖泊科学, 2021, 33(3): 922–934. DOI: 10.18307/2021.0325. [CHENG J, LIU C H, LIU K, et al. Potential impact of the dramatical expansion of Lake Qinghai on the habitat facilities and grassland since 2004[J]. Journal of Lake Sciences, 2021, 33(3): 922–934. DOI: 10.18307/2021.0325.]
- [12] 张国庆. 青藏高原大于 1 平方公里湖泊数据集 (V3.0) (1970s-2021) [DS/OL]. 国家青藏高原科学数据中心, 2019. DOI: 10.11888/Hydro.tpdc.270303. CSTR: 18406.11.Hydro.tpdc.270303. [ZHANG G Q. The lakes larger than 1 km^2 in Tibetan Plateau (V3.0) (1970s-2021)[DS/OL]. National Tibetan Plateau / Third Pole Environment Data Center, 2019. DOI: 10.11888/Hydro.tpdc.270303. CSTR: 18406.11.Hydro.tpdc.270303.]
- [13] 卢善龙, 金继明, 贾立, 等. 基于 MODIS MOD09Q1 的青海、西藏湖泊水面数据集(2000—2012 年)[J/OL]. 中国科学数据, 2017, 2(2): 42–50. DOI: 10.11922/csdata.170.2016.0113. [LU S L, JIN J M, JIA L, et al. MODIS(MOD09Q1)-derived lake water surface dataset for the Tibetan Plateau(2000-2012)[J/OL]. China Scientific Data, 2017, 2(2): 42–50. DOI: 10.11922/csdata.170.2016.0113.]
- [14] 王苏民, 窦鸿身. 中国湖泊志[M]. 北京: 科学出版社, 1998. [WANG S M, DOU H S. China Lake Records[M]. Beijing: Science Press, 1998.]

- [15] 中国科学院南京地理与湖泊研究所. 中国湖泊调查报告[M]. 北京: 科学出版社, 2019. [Nanjing Institute of Geography & Limnology Chinese Academy of Science. [Investigation report on lakes in China](#)[M]. Beijing: Science Press, 2019.]
- [16] 杜秀荣. 中国地图集[M]. 北京: 中国地图出版社, 2004. [DU X R. Atlas of the People's Republic of China[M]. Beijing: Sinomap press, 2004.]
- [17] 刘时银, 郭万钦, 许君利. 中国第二次冰川编目数据集(V1.0) [DS/OL]. 国家冰川冻土沙漠科学数据中心, 2019. DOI:10.12072/ncdc.Westdc.db0006.2020. [LIU S Y, GUO W Q, XU J L. The second glacial catalogue data set of China (v1.0)[DB/OL]. National Cryosphere Desert Data Center, 2019. DOI: 10.12072/ncdc.Westdc.db0006.2020.]
- [18] 苏龙飞, 李振轩, 高飞, 等. 遥感影像水体提取研究综述[J]. 国土资源遥感, 2021, 33(1): 9–19. DOI: 10.6046/gtzyyg.2020170. [SU L F, LI Z X, GAO F, et al. A review of remote sensing image water extraction[J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2021, 33(1): 9–19. DOI: 10.6046/gtzyyg.2020170.]
- [19] 王航, 秦奋. 遥感影像水体提取研究综述 [J]. 测绘科学, 2018, 43(5): 23–32. DOI: 10.16251/j.cnki.1009-2307.2018.05.005. [WANG H, QIN F. Summary of the research on water body extraction and application from remote sensing image[J]. Science of Surveying and Mapping, 2018, 43(5): 23–32. DOI: 10.16251/j.cnki.1009-2307.2018.05.005.]
- [20] ROUSE J, HAAS R H, SCHELL J A, et al. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS[C]. In Proceedings of the third ERTS Symposium, Washington, DC, USA,, 1973
- [21] 冯沛华, 刘振华, 胡月明. 基于 TM 遥感优化模型的地表水体信息提取[J]. 科技通报, 2016, 32(8): 176–181. DOI: 10.13774/j.cnki.kjtb.2016.08.041. [FENG P H, LIU Z H, HU Y M. Surface waterbodies extraction optimized model based on TM remote sensing image[J]. Bulletin of Science and Technology, 2016, 32(8): 176–181. DOI: 10.13774/j.cnki.kjtb.2016.08.041.]
- [22] MCFEETERS S K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features[J]. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17(7): 1425–1432. DOI: 10.1080/01431169608948714.
- [23] LU S L, WU B F, YAN N N, et al. Water body mapping method with HJ-1A/B satellite imagery[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2011, 13(3): 428–434. DOI: 10.1016/j.jag.2010.09.006.
- [24] 李晓锋, 姚晓军, 孙美平, 等. 2000—2014 年我国西北地区湖泊面积的时空变化[J]. 生态学报, 2018, 38(1): 96–104. DOI: 10.5846/stxb201612262677. [LI X F, YAO X J, SUN M P, et al. Spatial-temporal variations in lakes in northwest China from 2000 to 2014[J]. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(1): 96–104. DOI: 10.5846/stxb201612262677.]

论文引用格式

张鸿芳, 姚晓军, 肖建设, 等. 2020 年青海省面积 $\geq 1.0 \text{ km}^2$ 湖泊边界数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2023, 8(1). (2022-05-19). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2021.0075.zh.

数据引用格式

张鸿芳, 姚晓军, 肖建设, 等. 2020 年青海省面积 $\geq 1.0 \text{ km}^2$ 湖泊边界数据集[DS/OL]. Science Data Bank, 2022. (2022-01-06). DOI: 10.11922/sciencedb.j00001.00308.

A dataset of boundaries data of the lakes ($\geq 1.0 \text{ km}^2$) in Qinghai Province in 2020

ZHANG Hongfang¹, YAO Xiaojun^{1*}, XIAO Jianshe²,
WANG Yu¹, SHA Te¹, ZHANG Cong¹

1. College of Geography and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070. P.R. China

2. Institute of Qinghai Meteorological Science Research, Xining 810008. P.R. China

*Email: yaobj_nwnu@163.com

Abstract: Located in the northeastern part of the Qinghai-Tibetan Plateau, Qinghai Province ($31^{\circ}39' - 39^{\circ}19'N$, $89^{\circ}35' - 103^{\circ}04'E$) is the source region of the Yangtze River, the Yellow River and the Lantsang River. It is known as the China Water Tower. Contemporary survey of lakes in Qinghai Province is of great significance for understanding the impacts of climate change and promoting the ecological civilization construction. Based on Sentinel-2A/2B MSI images acquired in 2020, we first extracted the pixels of water body on account of the feature that the normalized difference water index (NDWI) greater than the normalized difference vegetation index (NDVI). Then we built the vector dataset of lake boundary with an area above 1.0 km^2 in Qinghai Province after manual inspection and revision. Some attributes of the lake including its name, area, elevation, basin, administration and date were also attached. This dataset reflects the distribution of lakes in Qinghai Province in 2020, and can be used as a data source and scientific basis for researches on lake ecological protection, rational use of regional water resources, disaster prevention and mitigation in Qinghai Province.

Keywords: Lake; Qinghai Province; Sentinel-2; NDWI; NDVI

Dataset Profile

Title	A dataset of boundaries of the lakes ($\geq 1.0 \text{ km}^2$) in Qinghai Province in 2020
Data corresponding author	YAO Xiaojun (yaobj_nwnu@163.com)
Data authors	ZHANG Hongfang, YAO Xiaojun, XIAO Jianshe, WANG Yu, SHA Te, ZHANG Cong
Time range	2020
Geographical scope	$31^{\circ}39' - 39^{\circ}19'N$, $89^{\circ}35' - 103^{\circ}04'E$
Spatial resolution	10 m
Data volume	5.98 MB
Data format	ESRI Shapefile (compressed in *.zip)

Data service system	< http://dx.doi.org/10.11922/sciencedb.j00001.00308 >
Sources of funding	National Natural Science Foundation of China (41861013, 42071089); 2020 Mountain Flood Geological Disaster Prevention Meteorological Guarantee Project (2020KYSJZTP-011).
Dataset composition	This dataset contains the boundary data of 231 lakes in Qinghai Province in 2020, saved as a compressed file (Qinghai_Lake.zip).