

西藏布托湖水域变化数据集构建(1988–2024)

杨丹¹, 白玛央宗^{1*}, 张伟华¹, 余雪婷², 次里央追²

1. 西藏自治区气候中心, 拉萨 850000; 2. 西藏自治区气象台, 拉萨 850000

摘要: 作者对 1988–2024 年 Landsat 系列和 GF1 遥感影像进行正射校正、图像配准等预处理操作, 通过人工目视解译法研发了布托湖的矢量边界数据, 并计算了对应的湖泊面积, 构建了西藏布托湖水域变化数据集 (1988–2024)。数据集内容包括 33 期布托湖矢量边界数据和面积数据。数据结果表明: 布托湖面积总体呈扩张趋势, 平均速率为 0.20 km²/10a。布托湖最大面积出现在 2019 年, 为 16.14 km², 最小面积为 1990 年的 15.16 km²。本数据集揭示了布托湖面积与空间变化特征, 期望为该地区在气候变化、生态环境以及水资源管理等领域的深入研究筑牢数据根基。数据集存储为 .shp 格式, 由 231 个数据文件组成, 数据量为 377 KB。

关键词: 布托湖; 面积; 遥感; 1988–2024

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.03.09>

CSTR: <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.14.2025.03.09>

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.2025.07.03.V1> 或 <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.07.03.V1>.

1 前言

青藏高原素有“地球第三极”与“亚洲水塔”的美誉^[1], 作为全球海拔最高且湖泊数量最为密集的区域, 其湖泊总面积占全国湖泊总面积比例超过 50%, 是我国关键的湖泊分布区域之一^[2]。由于其地理位置偏远, 受人类活动干扰相对较小, 湖泊的动态变化成为气候变化极为敏感的“指示器”^[3], 其面积、水位^[4]与降水、气温^[5]、冰川消融^[6]等因素紧密关连。

近年来, 青藏高原湖泊历经显著变化, 大多数湖泊以扩张为主^[7,8], 部分湖泊呈现萎缩态势^[9,10]。然而, 要精准认知这些变化, 长期、连续且高质量的湖泊相关数据不可或缺。鉴于此, 作者建立布托湖水域变化数据集, 以期为该地区在气候变化、生态环境以及水资源管理等领域的深入研究提供较为精准的数据基础。

布托措青和布托措琼被统称为布托湖, 位于西藏自治区昌都市丁青县, 是澜沧江重要

收稿日期: 2025-06-15; 修订日期: 2025-08-20; 出版日期: 2025-09-25

基金项目: 西藏自治区 (XZ202301ZY0054G, XZQH202410LM02Z)

*通讯作者: 白玛央宗, 西藏自治区气候中心, 724509860@qq.com

数据引用方式: [1] 杨丹, 白玛央宗, 张伟华等. 西藏布托湖水域变化数据集构建(1988–2024)[J]. 全球变化数据学报, 2025, 9(3): 331–335. <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.03.09>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.14.2025.03.09>.

[2] 杨丹, 白玛央宗, 扎西央宗等. 西藏布托湖水域变化数据集 (1988–2024) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.07.03.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.07.03.V1>.

支流——色曲河流域内的两个高山湖泊。其中，布托措青湖泊呈南北向，布托措琼位于其东侧。两湖的水源来自于附近的冰川，是典型的高山湖泊^[11]。

2 数据集元数据简介

《西藏布托湖水域变化数据集（1988–2024）》^[12]的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、数据格式、数据量、数据集组成、数据计算环境、出版与共享服务平台等信息见表 1。

表 1 《西藏布托湖水域变化数据集（1988–2024）》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	西藏布托湖水域变化数据集（1988–2024）
数据集短名	ButuoLake_1988-2024
作者信息	杨丹，西藏自治区气候中心，1136458728@qq.com 白玛央宗，西藏自治区气候中心，724509860@qq.com 扎西央宗，西藏自治区气候中心，zxyz65@163.com 张伟华，西藏自治区气候中心，839070317@qq.com 余雪婷，西藏自治区气象台，1035762632@qq.com 次里央追，西藏自治区气象台，2254803057@qq.com
地理区域	西藏自治区昌都市丁青县
数据年代	1988–2024 年
时间分辨率	年
空间分辨率	16 m
数据格式	.shp
数据量	377 KB
数据集组成	1988–1990 年、1992 年、1995–2007 年、2009–2024 年共 33 期布托湖矢量边界数据和面积数据
基金项目	西藏自治区（XZ202301ZY0054G，XZQH202410LM02Z）
数据计算环境	ENVI、ArcGIS
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 ^[13]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC

3 数据研发方法

数据资料选用地理空间数据云^[14]获取的空间分辨率为 30 m 的 Landsat 影像，中国资源

卫星应用中心网站^[15]获取的空间分辨率为 16 m 的 GF1 遥感影像数据。数据时间尽量保证为夏季和秋季影像（表 2）。

表 2 研究区遥感影像数据源表

传感器	行列号或经纬度	影像时间	空间分辨率 (m)
Landsat5 (TM)	135/38	1988–1990、1992、1995–1998、2000–2002	30
Landsat7 (ETM+)	135/38	1999、2003–2007、2009–2012	30
GF1-WFV4	95.1°E/31.9°N	2013-10-13	16
GF1-WFV3	95.1°E/32.3°N	2014-10-03	16
GF1-WFV2	95.0°E/30.9°N	2015-11-25	16
GF1-WFV4	95.9°E/31.9°N	2016-11-12	16
GF1-WFV1	96.3°E/31.3°N	2017-07-15	16
GF1-WFV4	95.2°E/31.8°N	2018-10-31	16
GF1-WFV4	95.2°E/31.9°N	2019-08-26	16
GF1-WFV1	95.8°E/31.3°N	2020-09-01	16
GF1-WFV1	95.7°E/31.3°N	2021-10-16	16
GF1-WFV3	96.6°E/32.3°N	2022-08-16	16
GF1-WFV4	95.4°E/31.9°N	2023-09-14	16
GF1-WFV4	95.8°E/31.8°N	2024-07-01	16

使用 ENVI 软件对 1988–2024 年所有 Landsat 系列和 GF1 遥感影像进行预处理操作，包括正射校正、图像配准等。为保证数据的规范性和通用性，坐标系统一采用国家大地坐标系 CGCS2000。随后，在 ArcGIS 软件中运用目视解译法对布托湖面积进行提取，统计面积并进行数据验证^[16]，建立湖泊面积空间数据库。

4 数据结果

4.1 数据集组成

《西藏布托湖水域变化数据集（1988–2024）》包括 1988–1990 年、1992 年、1995–2007 年、2009–2024 年共 33 期布托湖矢量边界数据和面积数据（.shp 文件）。数据由 2 个面要素构成，属性数据包括湖泊面积字段（area，单位为 km^2 ）等。

4.2 数据结果

布托湖面积总体呈波动扩张趋势（ $R^2=0.594$ ），平均速率为 $0.20 \text{ km}^2/10\text{a}$ 。面积在 2019 年达最大，为 16.14 km^2 ，在 1990 年最小，为 15.16 km^2 。研究期内，水域面积从 15.17 km^2 扩张至 15.99 km^2 ，增长了 5.41%。2019 年与 1988 年相比，增长了 6.39%（表 3）。

布托措青和布托措琼水域面积均呈扩张趋势。其中，布托措青水域面积扩张的平均速率为 $0.13 \text{ km}^2/10\text{a}$ （ $R^2=0.618,8$ ），面积在 2021 年达最大，为 9.55 km^2 。研究期内，水域面积从 8.81 km^2 扩张至 9.41 km^2 ，增长了 6.81%。2021 年与 1988 年相比，增长了 8.40%；布托措琼水域面积扩张的平均速率为 $0.07 \text{ km}^2/10\text{a}$ （ $R^2=0.368,3$ ），面积在 2019 年达最大，为 6.78 km^2 。研究期内，水域面积从 6.36 km^2 扩张至 6.59 km^2 ，增长了 3.62%。2019 年与 1988 年相比，增长了 6.60%。

表3 1988–2024年布托湖面积统计表

年份	面积 (km ²)			年份	面积 (km ²)		
	布托措青	布托措琼	合计		布托措青	布托措琼	合计
1988	8.81	6.36	15.17	2009	9.18	6.47	15.65
1989	8.92	6.32	15.24	2010	9.16	6.45	15.61
1990	8.88	6.27	15.16	2011	9.29	6.56	15.85
1992	9.08	6.34	15.42	2012	9.25	6.49	15.74
1995	9.06	6.34	15.40	2013	9.30	6.53	15.84
1996	9.02	6.25	15.27	2014	9.25	6.49	15.74
1997	9.04	6.40	15.43	2015	9.24	6.37	15.61
1998	9.06	6.28	15.34	2016	8.95	6.35	15.30
1999	9.11	6.41	15.52	2017	9.32	6.55	15.87
2000	9.04	6.35	15.40	2018	9.04	6.29	15.33
2001	9.02	6.39	15.41	2019	9.36	6.78	16.14
2002	9.12	6.43	15.56	2020	9.26	6.45	15.71
2003	9.10	6.39	15.49	2021	9.55	6.39	15.93
2004	9.09	6.39	15.48	2022	9.28	6.51	15.79
2005	9.16	6.44	15.59	2023	9.26	6.49	15.75
2006	9.19	6.45	15.64	2024	9.41	6.59	15.99
2007	9.23	6.52	15.75				

从水域空间变化来看(图1),布托措青的西北部湖岸线出现了一定程度的扩张;布托措琼的变化以西南部最为显著,北部的变动也较为明显,仅次于西南部。2019年较1988年,布托措青的西北岸和东南部分别向外扩张;布托措琼的西南部呈现出显著的扩张态势。2024年较1988年,布托措青的扩张方向也为西北和东南部,并且扩张程度更为显著;布托措琼的北部扩张较明显。

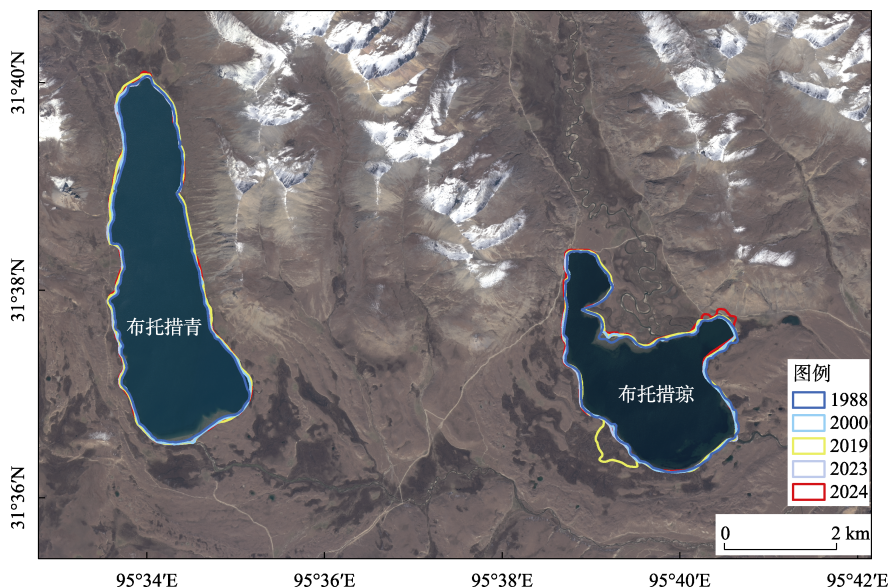


图1 布托湖水域空间变化图(1988–2024)

5 讨论和总结

本文对 33 期 Landsat 影像和高分数据进行正射校正、图像配准等预处理，然后提取布托湖面积。结果显示：1988–2024 年布托湖面积总体呈扩张趋势，平均速率为 $0.20 \text{ km}^2/10\text{a}$ ，面积于 2019 年达最大，为 16.14 km^2 。其中，布托措青的平均速率为 $0.13 \text{ km}^2/10\text{a}$ ，布托措琼的平均速率为 $0.07 \text{ km}^2/10\text{a}$ 。布托措青的西北部湖岸线有所扩张；布托措琼西南部和北部变化较明显。西藏布托湖水域变化数据集揭示了布托湖面积与空间变化特征，可为藏东南地区气候变化响应研究提供关键依据，也可为该地区生态安全与可持续发展提供重要数据支撑。

作者分工：杨丹对数据集的开发做了总体设计；张伟华采集和处理了遥感影像数据；白玛央宗设计了模型和算法；余雪婷和次里央追做了数据验证；杨丹撰写了数据论文等。

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] 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.
- [2] 许凤林, 张国庆. 青藏高原湖泊的持续扩张与其潜在影响[J]. 科学通报, 2024, 69(27): 3999–4001.
- [3] 詹鹏飞, 宋春桥, 王继达等. 近年来青藏高原湖泊水位异常变化的多源测高遥感监测及其原因分析[C]//中国地球物理学会. 2022 年中国地球科学联合学术年会论文集——专题五十五: 全球变化大地测量与遥感、专题五十六: 地震大地测量学, 2022.
- [4] 德吉玉珍, 拉巴, 巴桑旺堆等. 近 50 年西藏那曲西南部湖泊变化特征及其对气候变化的响应[J]. 气候变化研究进展, 2024, 20(5): 534–543.
- [5] 德吉央宗, 白玛仁增, 白玛央宗等. 近 40 a 藏西北鲁玛江冬错湖面变化的多源卫星遥感监测[J]. 高原山地气象研究, 2022, 42(1): 85–89.
- [6] 白玛央宗, 拉珍, 扎西央宗. 1973–2020 年西藏昂拉仁错流域湖泊及东部冰川对气候变化的响应[J]. 高原山地气象研究, 2021, 41(3): 88–94.
- [7] 邵雪楠, 王宁练, 吴玉伟等. 近 20a 色林错湖冰物候变化特征及其影响因素[J]. 湖泊科学, 2022, 34(1): 334–348.
- [8] 郝洁, 李靖瑄, 连子旭等. 青藏高原湖泊面积变化规律及影响要素分析[J]. 水文, 2024, 44(1): 112–118.
- [9] 阎利. 2000 年以来青藏高原湖泊面积变化与气候要素的响应关系研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2019.
- [10] 曾林, 拉珍, 德吉央宗等. 半个世纪玛旁雍错和拉昂错湖泊面积变化数据集构建(1972–2023)[J]. 全球变化数据学报, 2023, 7(4): 369–374. <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.04.04>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.14.2023.04.04>.
- [11] 张芸, 孔昭宸, 杨振京等. 青藏高原昌都布托湖全新世以来植被演变和气候变化[C]//中国古生物学会孢粉学分会. 中国古生物学会孢粉学分会第九届一次学术年会论文摘要集, 2013: 1.
- [12] 杨丹, 白玛央宗, 扎西央宗等. 西藏布托湖水域变化数据集(1988–2024)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.07.03.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.07.03.V1>.
- [13] 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).
- [14] 中国科学院计算机网络信息中心. 地理空间数据云[DB/OL]. [2025-01-21]. <https://www.gscloud.cn/>.
- [15] 国家航天局对地观测与数据中心. 中国资源卫星应用中心[DB/OL]. [2025-01-21]. <https://www.cpeos.org.cn/>.
- [16] 杨丹, 张伟华, 周刊社等. 1988–2024 年布托湖面积变化特征及影响因素分析[J]. 西藏科技, 2025, 47(3): 53–58+67.