

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）

曾 林, 拉 珍, 德吉央宗*, 牛晓俊

西藏自治区气候中心, 拉萨 850000

摘 要: 本文以 Landsat 系列和 GF1 遥感影像为数据源, 通过人工目视解译方法, 研发了 1972–2023 年玛旁雍错和拉昂错的矢量边界数据, 并计算了对应的湖泊面积, 构成玛旁雍错水域变化数据集 (1972–2023) 和拉昂错水域变化数据集 (1972–2023)。两个数据集包括 1972、1977、1994、2000–2023 年共 27 期玛旁雍错和拉昂错的矢量边界和面积数据。数据的空间分辨率为 30 m。数据集存储为.shp 格式, 玛旁雍错和拉昂错均由 189 个数据文件组成。1972–2023 年玛旁雍错面积呈略微减少趋势, 面积在 412 km² 左右; 拉昂错面积呈明显减少趋势, 平均速率为 -4.238 km²/10a。玛旁雍错湖面空间变化不明显, 东北部与南部水岸线略有变化。拉昂错变化较明显的区域主要集中在北部和西南部。

关键词: 玛旁雍错; 拉昂错; 湖泊面积; 遥感

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.04.04>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.04.04>

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.2024.02.01.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.02.01.V1>.

<https://doi.org/10.3974/geodb.2024.02.02.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.02.02.V1>.

1 前言

青藏高原有着全世界面积最大、海拔最高、数量最多的高原湖泊群, 被称为“亚洲水塔”^[1,2]。湖泊通过地表水的汇集与蒸发作用参与与自然界水循环过程, 是大气圈、冰冻圈和水圈的纽带, 并能反映出对气候与环境的响应特征^[3]。青藏高原作为全球气候变化的敏感地区, 气候变化幅度和强度均高于全球的平均水平^[4]。湖泊在全球气候变化的影响下, 湖

收稿日期: 2023-10-20; 修订日期: 2023-12-18; 出版日期: 2023-12-24

基金项目: 中华人民共和国科学技术部 (2019QZKK020809, 2019QZKK0105-06); 西藏自治区科学技术厅 (XZ202102YD0012C)

*通讯作者: 德吉央宗, 西藏自治区气候中心, 1308709602@qq.com

数据引用方式: [1] 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.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.04.04>

[2] 曾林, 拉珍, 德吉央宗等. 玛旁雍错水域变化数据集(1972–2023)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2024. <https://doi.org/10.3974/geodb.2024.02.01.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.02.01.V1>.

[3] 曾林, 拉珍, 德吉央宗等. 拉昂错水域变化数据集(1972–2023)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2024. <https://doi.org/10.3974/geodb.2024.02.02.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.02.02.V1>.

泊面积^[5, 6]、水量^[7, 8]和水位^[9, 10]等方面均发生着不同程度的变化。因此，建立玛旁雍错和拉昂错湖泊面积长时间序列数据集，对研究青藏高原区域生态系统变化和对气候变化响应特征具有重要意义。

玛旁雍错与拉昂错位于西藏阿里地区普兰县境内，玛旁雍错和拉昂错位置相邻，两湖之间有一河道连接，玛旁雍错流域北面矗立着冈底斯山主峰——冈仁波齐峰，南面是喜马拉雅山脉，其中纳木那尼峰就在流域南面^[11, 12]。玛旁雍错为内陆淡水湖，湖面海拔约为 4,500 m，湖盆北部宽，南部窄，形状近似椭圆。拉昂错为咸水湖，湖面海拔约 4,570 m，呈近似汤勺形，湖区年平均气温 2℃左右^[13]。

2 数据集元数据简介

《玛旁雍错水域变化数据集（1972–2023）》^[14]和《拉昂错水域变化数据集（1972–2023）》^[15]的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1 和表 2。

表 1 《玛旁雍错和拉昂错水域变化数据集（1972–2023）》元数据简表

条目	描述
数据集名称	玛旁雍错水域变化数据集（1972–2023）
数据集短名	MapamYumco_1972-2023
作者信息	曾林，西藏自治区气候中心，979952727@qq.com 拉珍，西藏自治区气候中心，821360896@qq.com 德吉央宗，西藏自治区气候中心，1308709602@qq.com 牛晓俊，西藏自治区气候中心，niuxj2014@126.com
地理区域	西藏自治区阿里地区普兰县
数据年代	1972–2023 年
时间分辨率	2000 年前为 1972、1977、1994 年，2000 年后为每年
空间分辨率	30 m
数据格式	.shp
数据量	276 KB（压缩后 198 KB）
数据集组成	包括 1972、1977、1994 和 2000–2023 年共 27 期玛旁雍错矢量边界和面积数据
数据集名称	拉昂错水域变化数据集（1972–2023）
数据集短名	La'angco_1972-2023
作者信息	曾林，西藏自治区气候中心，979952727@qq.com 拉珍，西藏自治区气候中心，821360896@qq.com 德吉央宗，西藏自治区气候中心，1308709602@qq.com 牛晓俊，西藏自治区气候中心，niuxj2014@126.com
地理区域	西藏自治区阿里地区普兰县
数据年代	1972–2023 年
时间分辨率	2000 年前为 1972、1977、1994 年，2000 年后为每年
空间分辨率	30 m
数据格式	.shp
数据量	729 KB（压缩后 498 KB）
数据集组成	包括 1972、1977、1994 和 2000–2023 年共 27 期拉昂错矢量边界和面积数据

续表 1

条目	描述
基金项目	中华人民共和国科学技术部（2019QZKK020809，2019QZKK0105-06）；西藏自治区科学技术厅（XZ202102YD0012C）
数据计算环境	ENVI 试用版、ArcGIS 试用版
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 ^[16]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS

表 2 玛旁雍错和拉昂错湖泊面积统计表

玛旁雍错				拉昂错			
年份	面积/km ²	年份	面积/km ²	年份	面积/km ²	年份	面积/km ²
1972	414.15	2011	410.70	1972	268.48	2011	255.23
1977	414.17	2012	411.12	1977	269.95	2012	254.91
1994	409.19	2013	413.82	1994	267.01	2013	254.48
2000	415.78	2014	412.20	2000	267.11	2014	254.49
2001	412.47	2015	411.33	2001	262.65	2015	253.87
2002	413.80	2016	412.13	2002	262.30	2016	254.24
2003	412.43	2017	412.73	2003	261.28	2017	255.32
2004	410.36	2018	414.23	2004	258.08	2018	254.28
2005	410.83	2019	414.62	2005	260.84	2019	253.72
2006	410.59	2020	414.97	2006	257.49	2020	253.44
2007	411.30	2021	413.26	2007	257.41	2021	251.87
2008	412.18	2022	412.51	2008	257.11	2022	249.87
2009	410.30	2023	412.21	2009	257.46	2023	248.32
2010	412.32			2010	256.64		

3 数据集研发方法

3.1 数据来源

青藏高原湖泊受气温、降水量、蒸发量和冰川融水的影响呈波动变化，湖泊面积存在明显的年内变化，故选取的遥感影像资料主要集中在水位相对稳定的 9–11 月份。所选影像资料质量良好，湖泊区域为晴空或云量小于 5%。数据资料包括从地理空间数据云获取的 ASTERGDEN 30 m 分辨率数字高程数据（DEM），1972、1977 年的 Landsat MSS 数据（条带号：155，行编号：39），1994 年的 Landsat TM 数据（条带号：144，行编号：39），2000–2012 年的 Landsat ETM 数据（条带号：144，行编号：39），中国资源卫星应用中心获取的 2013–2023

年 GF1-WFV 等卫星影像资料。

3.2 技术路线

在 ENVI 软件中对 Landsat 和 GF1 遥感影像进行几何校正、图像增强、重投影等预处理, 投影方式采用 CGCS2000 坐标系, 并以 2015 年经过预处理的 Landsat8 影像作为基准图, 对 GF1 遥感数据进行配准。两名技术人员利用目视解译方法在 ArcGIS 软件中提取湖泊面积, 并对提取结果进行交叉检查。对提取得到的矢量数据, 添加湖泊面积字段 (area) 分别获得玛旁雍错和拉昂错不同年份的湖泊面积, 并建立湖泊面积空间数据库。

4 数据结果与科学发现

《玛旁雍错水域变化数据集 (1972–2023)》和《拉昂错水域变化数据集 (1972–2023)》包括 1972、1977、1994、2000–2023 年共 27 期拉昂错和玛旁雍错的矢量数据 (.shp), 数据由一个面要素构成, 除必要字段外还包含湖泊面积字段 (area, 单位为 km²)。

1972–1994 年湖泊面积由 414.15 km² 减至 409.19 km², 减少率为 1.20%; 随后面积增加, 2000 年为近 51 年最大值 (415.78 km²); 2000–2004 年呈显著减少趋势, 平均速率为 -10.88 km²/10a, 2005–2023 年呈波动增加趋势, 平均速率为 1.63 km²/10a。

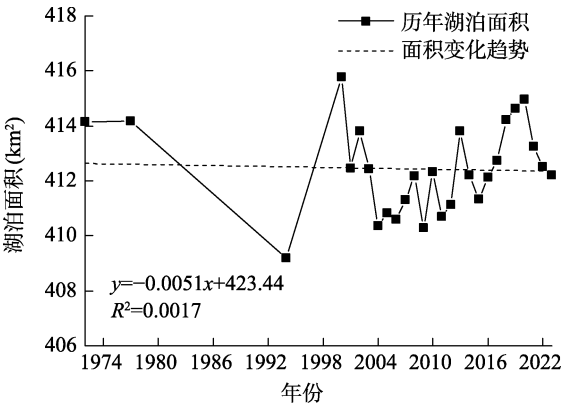


图 1 玛旁雍错面积变化图 (1972–2023 年)

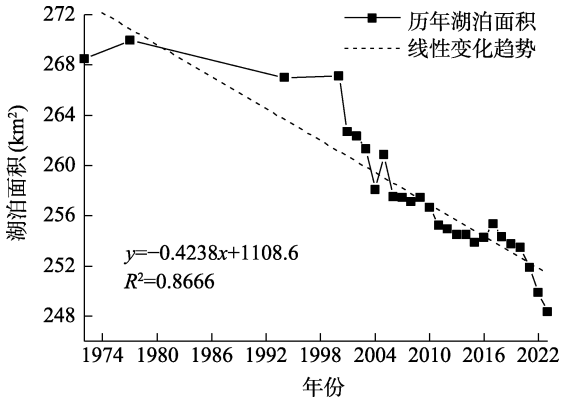


图 2 拉昂错面积变化图 (1972–2023 年)

1972–2023 年玛旁雍错面积总体呈略微减少的趋势，平均速率为 $-0.051\text{ km}^2/10\text{a}$ （表 2、图 1）。1972–2023 年拉昂错面积呈减少趋势，平均速率为 $-4.238\text{ km}^2/10\text{a}$ （表 2、图 2）。1972–2000 年湖泊面积稳定在 268 km^2 左右；2000 年以后湖泊面积波动减少，2023 年减至最小，为 248.32 km^2 ，平均速率为 $-5.563\text{ km}^2/10\text{a}$ 。从玛旁雍错和拉昂错湖面空间变化来看（图 3），玛旁雍错总体变化不明显，东北部与南部水岸线略有变化。拉昂错变化较明显的区域主要集中在北部和西南部，2004 年之后，湖泊的北部萎缩较明显。

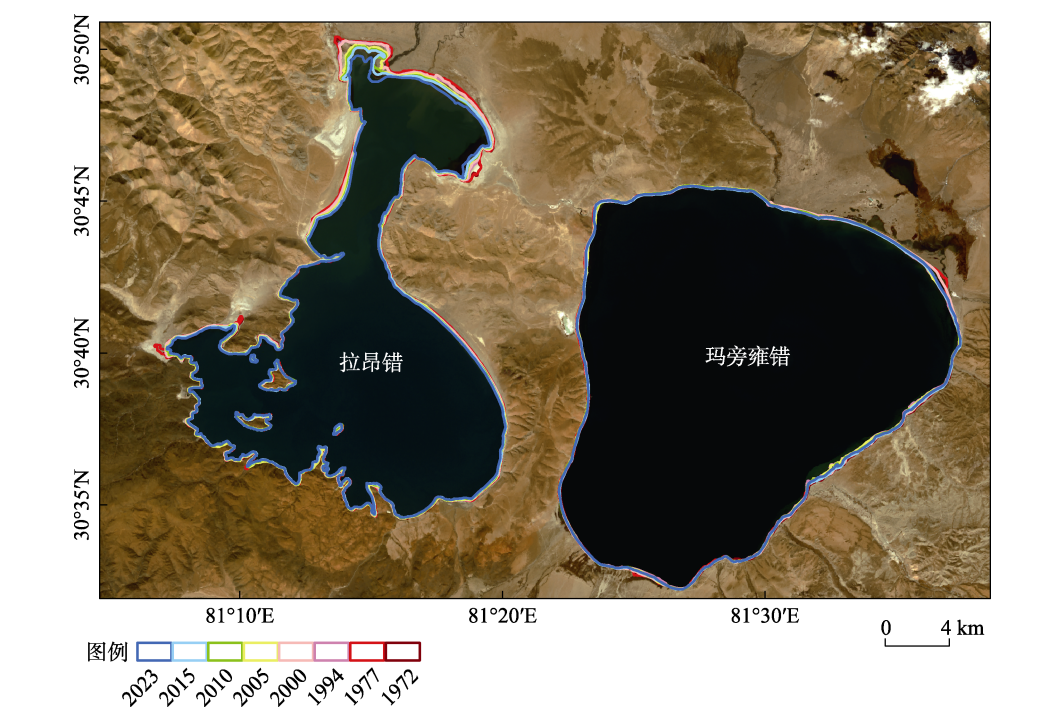


图 3 玛旁雍错和拉昂错湖面空间变化图（1972–2023 年）

5 讨论和总结

湖泊是自然界水循环过程的重要环节，是大气圈、冰冻圈和水圈的纽带，并在气候变化的影响下各方面均发生了不同程度的变化，且对研究气候变化的敏感响应具有重要意义。本文利用 1972–2023 年的 Landsat 和 GF1 遥感影像数据，进行几何校正、图像增强、图像配准和重投影等预处理，通过人工目视解译方法对 27 期湖泊面积进行数字化并计算面积。从 1972–2023 年玛旁雍错和拉昂错面积提取结果来看，玛旁雍错面积呈略微减少趋势，面积在 412 km^2 左右；拉昂错面积呈减少趋势，平均速率为 $-4.238\text{ km}^2/10\text{a}$ ，2000 年以后湖泊面积波动减少，2023 年减至最小。玛旁雍错湖面空间变化不明显，东北部与南部水岸线略有变化。拉昂错变化较明显的区域主要集中在北部和西南部。玛旁雍错和拉昂错长时间序列面积变化矢量数据集，揭示了湖泊面积和湖面空间变化特征，对研究气候变化背景下湖泊的敏感响应特征具有一定的科学参考意义。

作者分工：曾林对数据集的开发做了总体设计；拉珍和牛晓俊收集和整理了 Landsat (MSS、TM、ETM+) 和高分系列卫星 (GF1-WFV) 遥感影像数据；德吉央宗设计了模型和算法；曾林负责撰写数据论文等。

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] 车向红, 冯敏, 姜浩等. 2000–2013 年青藏高原湖泊面积 MODIS 遥感监测分析[J]. 地球信息科学学报, 2015, 17(1): 99–107.
- [2] Immerzeel, W. W., Beek, L. P. H. V., Bierkens, M. F. P. Climate change will affect the Asian water towers [J]. *Science*, 2010, 328: 1382–1385.
- [3] 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.
- [4] Xu, B. Q., Cao, J. J., James, H., *et al.* Black soot and the survival of Tibetan glaciers [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, 106(52): 22114–22118.
- [5] 董斯扬, 薛娴, 尤全刚等. 近 40 年青藏高原湖泊面积变化遥感分析[J]. 湖泊科学, 2014, 26(4): 535–544.
- [6] 曾林, 牛晓俊, 边多等. 西藏高原典型湖泊面积变化遥感分析[J]. 高原科学研究, 2022, 6(3): 1–8.
- [7] Zhu, L. P., Xie, M. P., Wu, Y. H. Quantitative analysis of lake area variations and the influence factors from 1971 to 2004 in the Nam Co basin of the Tibetan Plateau [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2010, 55: 1294–1303.
- [8] 杨瑞敏, 朱立平, 王永杰等. 西藏东南部米堆冰湖面积和水量变化及其对溃决灾害发生的影响[J]. 地理科学进展, 2012, 31: 1133–1140.
- [9] 孙明智, 刘新, 汪海洪等. 多源卫星测高数据监测拉昂错 1992–2020 年水位变化[J]. 遥感学报, 2022, 26(1): 126–137.
- [10] 张国庆, 王蒙蒙, 周陶等. 青藏高原湖泊面积、水位与水量变化遥感监测研究进展[J]. 遥感学报, 2022, 26(1): 115–125.
- [11] 郭柳平, 叶庆华, 姚檀栋等. 基 GIS 的玛旁雍错流域冰川地貌及现代冰川湖泊变化研究[J]. 冰川冻土, 2007, 29(4): 517–524.
- [12] 叶庆华, 姚檀栋, 郑红星等. 西藏玛旁雍错流域冰川与湖泊变化及其对气候变化的响应[J]. 地理研究, 2008, 27(5): 1178–1190.
- [13] 万玮, 冯学智, 肖鹏峰等. 青藏高原玛旁雍错和拉昂错水色差异遥感分析[J]. 遥感技术与应用, 2008, 23(6): 667–671.
- [14] 曾林, 拉珍, 德吉央宗等. 玛旁雍错水域变化数据集(1972–2023)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2024. <https://doi.org/10.3974/geodb.2024.02.01.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.02.01.V1>.
- [15] 曾林, 拉珍, 德吉央宗等. 拉昂错水域变化数据集(1972–2023)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2024. <https://doi.org/10.3974/geodb.2024.02.02.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.02.02.V1>.
- [16] 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).