

西藏羊卓雍错近期湖水水位变化及其原因分析

米玛次仁¹, 田立德^{2,3}, 文蓉², 臧娅琳^{1,4}, 宗继彪², 论珠群培⁵

- (1.西藏自治区水文水资源勘查局, 西藏 拉萨 890000;
2.中国科学院青藏高原研究所环境变化与地表过程重点实验室, 北京 100101;
3.中国科学院寒区旱区环境与工程研究所冰冻圈国家重点实验室, 甘肃 兰州 730000;
4.西南大学地理科学学院, 重庆 400715; 5.西藏山南地区气象局, 西藏 浪卡子 851100)

摘要: 分析了羊卓雍错湖水 1974~2010 年间的水位变化, 特别是过去几年湖水水位的大幅度下降, 并根据流域内浪卡子县气象数据分析了控制湖水水位变化的主要原因。计算了流域内降水累积距平及蒸发量累积距平, 并与湖泊水位的年际变化进行了对比分析。研究结果表明, 2005 年以前羊卓雍错湖水的水位年际变化与流域降水累积距平变化一致, 而与蒸发量累积距平变化相反, 降水与蒸发量变化可以解释 93% 的湖水水位变化。2005~2010 年湖水水位变化偏离了降水量的变化趋势。分析表明, 气候的变化远不能解释羊卓雍错湖水位快速下降, 可能人为活动的影响, 是导致羊卓雍错湖水位下降的主要原因。

关键词: 羊卓雍错; 水位变化; 降水量; 蒸发量; 西藏

中图分类号: P933

文献标识码: A

文章编号: 1000-0852(2013)02-0064-06

1 引言

湖泊是青藏高原重要的水资源形式之一。青藏高原拥有中国第二大湖泊分布群, 面积超过 1km² 的湖泊数量超过 1 091 个, 合计面积 44 993.3km²[1]。这是地球上海拔最高、数量最多、面积最大的湖群区。

受日益加重的气候变化与人类活动的共同影响, 青藏高原的湖泊正在不断发生变化。青藏高原湖泊的变化, 特别是近几十年来湖泊面积的变化, 受到了广泛的关注[2-6]。而冰川快速融化对湖泊变化的影响也是一个重要的课题[7-9]。此外, 湖泊的水位变化还涉及到湖泊沉积记录[10]。

近年, 由于气候变化导致的降水变化与冰川融水的变化, 青藏高原大部分内陆湖泊都在上升。一项利用卫星监测数据进行的青藏高原内陆湖泊变化研究表明, 2003~2009 年, 研究的 84% 的湖泊和 89% 咸水湖泊的水位都在上涨[11]。

纳木错湖, 曾经是西藏最大的湖泊, 水位在不断上

涨。色林错, 从 20 世纪 90 年代初开始, 水位已上涨了 20%, 这个西藏第二大湖泊一跃成为西藏最大的湖泊。

由于受气候与人类活动的双重影响, 羊卓雍错湖的水位变化受到了持续的关注[12-16]。伴随着青藏高原湖泊水位的持续上升, 西藏南部的羊卓雍错湖水位近些年来不断下降, 湖泊面积显著减小[16]。大面积湖床裸露出水面, 形成湖岸滩地, 旧的湖岸滩地变成草地。针对这一变化以前已开展了一些研究[14], 但对于湖泊变化的主导原因仍需要做进一步的解释。本文通过水文与气象数据分析羊卓雍错湖水位大幅波动的原因, 计算了流域内降水累加距平与蒸发量累积距平的变化, 结果表明其与湖水水位变化的相关性很强。

2 研究区域介绍

羊卓雍错位于雅鲁藏布江以南, 喜马拉雅山北麓, 是西藏最大的封闭型内陆湖泊之一(见图 1)。湖面面积 638 km², 湖面海拔约 4 440 m, 湖水储量约 160×10⁸m³。羊卓雍错湖盆极不规则, 湖岸线十分曲折, 湖岸

收稿日期: 2012-05-25

基金项目: 国家自然科学基金(41025002); “全球变化研究国家重大科学研究计划”(2010CB951702); 中国科学院青藏高原专项(XDB03030000)

作者简介: 米玛次仁(1973-), 男, 藏族, 西藏拉萨人, 工程师, 主要从事西藏羊卓雍错湖水文监测研究。E-mail: a13908983498@163.com

通讯作者: 田立德(1968-), 男, 河北赵县人, 研究员, 主要从事青藏高原稳定同位素水文循环研究。E-mail: ldt@itpcas.ac.cn

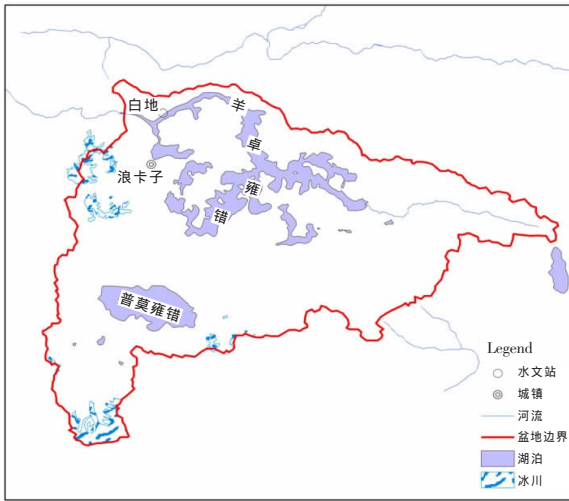


图1 羊卓雍错流域

Fig.1 The Yamzhog Yumco Lake basin

线总长 250 km。湖周高山环绕,没有出口,形成一个自成流域的封闭湖泊。湖水深度一般在 20~40 m 以上,最深处达 60 m^[12-14]。

羊卓雍错整个流域面积约 6 100 km²,如果包括普莫雍错在内的整个大流域则为 8 840 km²^[15]。流域南侧的喜马拉雅山与西侧的高山地区发育冰川,冰川总面积占流域面积的 2.4%。位于其上部的普莫雍错主要以冰川融水补给为主,在夏季水位高时,湖水会流入羊卓雍错湖。由于气候变化,羊卓雍错流域内部一些边缘部分独立出来。

该流域是典型受印度季风控制的地区。流域降水季节变化十分明显,降水主要发生在夏季,根据浪卡子气象站记录,6~9月降水占全年降水的90%以上,而其它月份降水很少。

羊卓雍错是最早开展水文监测的湖泊之一,1974年白地水文站就开始了湖泊变化的连续观测。羊卓雍错湖流域不仅是西藏重要的生产生活区,也蕴含着重要的旅游资源。羊卓雍错流域北部以单薄的甘巴拉山为界与雅鲁藏布江相邻,两水体在扎马龙一带相距仅 8~10 km,水面高差达 840 m。从 1997 年随着羊湖水电站的运行,该湖已不是严格意义上的内陆湖,一部分水经过水电站注入到了雅鲁藏布江。

不仅水位发生变化,羊卓雍错湖的面积也在改变。遥感监测表明,1970~2000年羊卓雍错湖和沉错湖都呈萎缩趋势,但1990~2000年期间有微弱的扩大趋势^[2]。1980~1990,流域总湖泊面积减少了 67.4 km²,而1990~2000年,面积又增加了 32.6 km²^[16]。2002~2009年,羊卓雍错湖面积又减少了 96.61 km²^[16]。

3 羊卓雍错湖的水位变化及原因讨论

羊卓雍错流域有常规的水文站观测。白地站为西藏羊卓雍错流域唯一专门观测湖泊水位及蒸发的国家基本站,该站自 1974 年至今有较完整的水位观测资料。而流域内的浪卡子县有国家气象台站。因此,这些数据有助于分析该湖泊的水位变化。

图 2 为白地水文站观测到的羊卓雍错湖水位的年际变化与浪卡子气象站记录的年降水量变化对比。

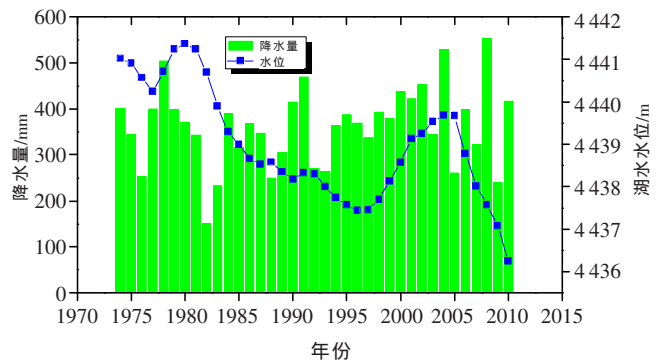


图2 羊卓雍错湖水水位年际变化与浪卡子气象站降水记录对比

Fig.2 Comparison between the annual water level change of the Yamzhog Yumco Lake and annual precipitation at the Langkazi station

根据水文站的观测,从 1980 年开始,羊卓雍错湖水水位开始持续下降,到 1997 年,湖水水位共降低了 3.92 m。之后,湖水进入了水位上升期,到 2005 年水位上升了 1.97 m。从 2005 年开始,水位进入了快速下降期,2005~2010 年的 5 年间水位下降了 3.42 m,降至 4 436.25 m 的最低水位。从图 2 中可以看出,羊卓雍错水位变化与浪卡子气象站观测到的降水的年际变化有关。降水增加则湖泊水位升高,反之亦然。但湖泊水位变化并不直接对应当年降水多少的变化,而是有一段时间滞后。也即湖水水位变化更受多年降水变化的影响。

以前的一项预测结论是,水位 4 437.00 m 作为羊湖抽水蓄能电站未来 100 年内控制运行最低水位是有一定保证的,是较为合理的^[17]。但实测情况是,羊卓雍 2010 年的平均水位已低至 4 436.25 m,最低水位已低至 4 435.86 m,低于预期羊湖抽水蓄能电站的最低水位,提前突破了预期 100 年后的水位。羊湖水位变化再一次引起关注。

湖泊的入湖水量与出湖水量之间存在着动态平衡过程。对于羊卓雍错,湖水的来源主要是流域降水与冰川融水。如果不考虑人为因素的影响,则蒸发量

应该与入湖水量和湖面降水量之和存在着动态平衡。如果这种平衡过程发生变化,则湖水的水位就会发生相应变化。因而湖面水位的变化是直接反映湖水水量平衡过程的指标。

$$\Delta B = I - E \quad (1)$$

式中: ΔB 为湖水的动态平衡量; I 为入湖的水量,包括降水、冰川融水; E 为湖水的蒸发量。

首先我们分析降水量变化对羊卓雍错湖水水位变化的影响。降水量对湖水水位变化有显著影响,而以前的研究主要对比了降水量与水位变化的年际关系^[13-14]。这里我们首先假设湖水的蒸发不变,则湖水的水位主要由入湖水量也即降水与冰川融水的变化决定。由于流域内冰川面积所占比率较小,这里我们只考虑降水的影响。

湖泊水位的变化是流域内水量收支多年累加的一个结果。因此,在研究降水量对湖水水位变化的影响时,我们这里用到了降水累积距平。降水累积距平反映了研究时段内降水相对于均值累加的变化情况,能更好地反映出降水对湖泊水位变化的影响^[18]。我们首先计算了浪卡子气象站观测到的1974~2010年每年降水量的距平值,然后进行累加,获得一个随年际变化的降水累积距平序列,如下式所示:

$$\Delta P(i) = \sum_1^n (P_i - \bar{P}) \quad (2)$$

式中: \bar{P} 为 n 年的降水量平均值; P_i 为第 i 年的降水量; $\Delta P(i)$ 则为第 i 年的降水累积距平。该序列是多年降水盈亏的一个总和,代表了多年降水量变化的总效果。然后我们把该降水累积距平序列与羊卓雍错湖水水位年际变化进行对比。如图3所示,在2005年以前,羊卓雍错湖水水位变化与浪卡子气象站降水累积距平对应相当一致。这表明在2005年以前羊卓雍错湖水水位变化显著受降水量变化影响。分析1974~2005年两者之间的关系表明,羊卓雍错湖水水位(L)与多年降水累积距平(ΔP)之间的线性关系为: $L = 0.0063\Delta P - 4440.5$ ($R^2 = 0.916$) (见图4)。即流域内年降水量变化1mm,则湖水水位相应变化6.3mm。

以前的研究从年降水量变化趋势上认为羊卓雍错湖水面积减少的原因是降水量的变化^[16,19]。但从图3来看并非如此,2005年是一个重要的转折点。在此之后,年降水量累积距平仍然呈上升趋势,如果羊卓雍错湖水的水位受降水量累积距平变化控制的话,则羊卓雍错湖水水位应该继续上升。然而实际情况是羊卓雍错

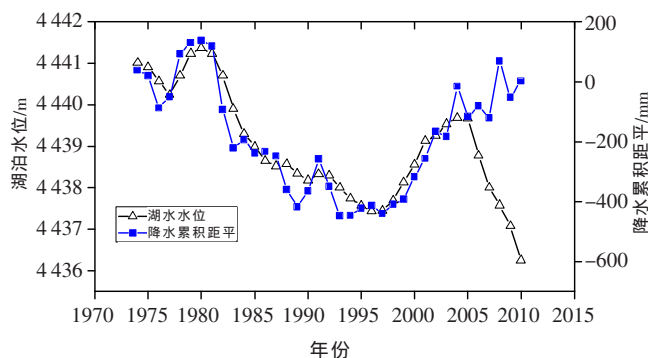


图3 羊卓雍错湖水水位变化与浪卡子气象站降水累积距平对比

Fig.3 Comparison between the water level change of the Yamzhog Yumco Lake and annual precipitation accumulated anomaly at the Langkazi station

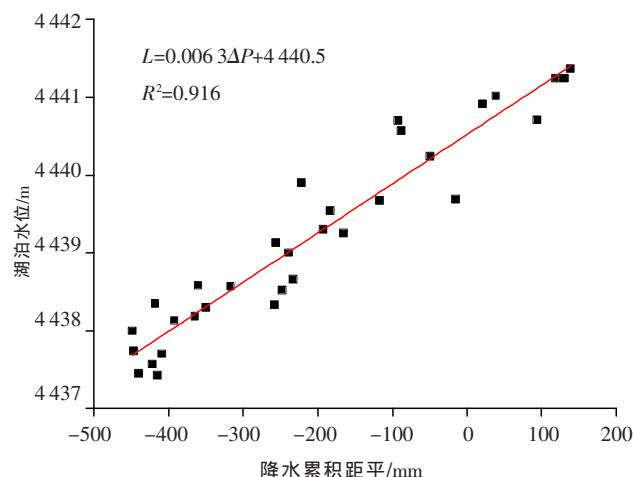


图4 1974~2005年羊卓雍错湖水水位与浪卡子气象站降水累积距平散点分布图

Fig.4 Correlation between the annual water level change of the Yamzhog Yumco Lake and annual precipitation accumulated anomaly at the Langkazi station from 1974 to 2005

湖水水位快速下降。这种突然的变化表明是其它原因导致了羊湖水水位的大幅度变化,2005年之后羊卓雍错湖水水位的下降显然不是由降水变化所导致的。

根据湖水的水量平衡原理,湖水的水量巨亏,一种可能原因是入湖水量减少,另一种可能原因是湖面蒸发增强。理论上这两个过程都会导致湖水的水位下降。

有关近几年羊卓雍错湖水变化与当地蒸发量的关系他人已做了分析工作。最近的研究^[20]给出了浪卡子年蒸发量的变化,认为较大的蒸发量与湖面面积减少有关。我们特地到浪卡子气象台重新核对了台站观测的年蒸发量数据,发现该文数据存在较大错误,从2004年开始蒸发量被抬高了约300mm。因而其结论

是不可信的。如图 5 所示,浪卡子年蒸发量从 1964 年至 2010 年总趋势是下降的,但 2004 年的确是蒸发量最小的一年,这与当年降水量为极大值对应。从 2004 年开始,蒸发量存在上升的趋势。但总体上 2004 年以后蒸发量低于多年平均值。此外,我们还给出了白地水文站 20 cm 蒸发皿观测的近几年年蒸发量数据。白地水文站数据显示 2003 年蒸发量最小,自此之后蒸发量上升,与浪卡子变化趋势较一致,近几年蒸发量上升的幅度较大,但总体没有变化趋势。

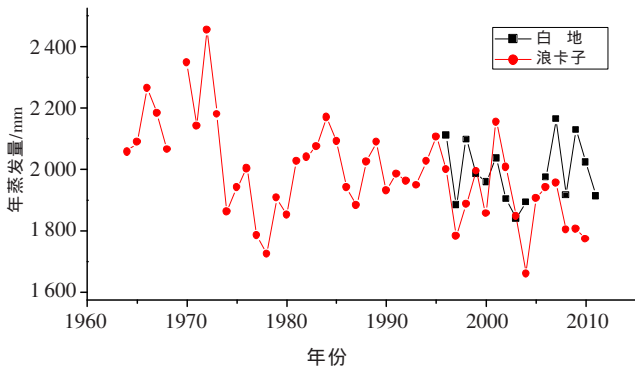


图 5 浪卡子气象台与白地水文站测量的年蒸发量变化

Fig.5 The observed annual evaporation at the Langkazi meteorological station and Baidi hydrological station

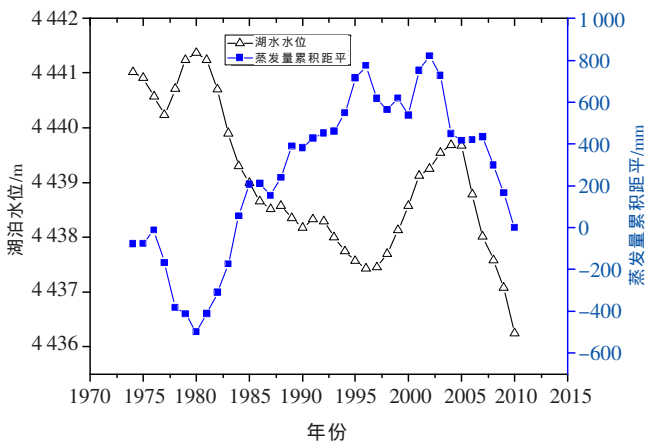


图 6 羊卓雍错湖水水位变化与浪卡子气象站蒸发量累积距平对比

Fig.6 Comparison between the water level change of the Yamzhog Yumco Lake and annual evaporation accumulated anomaly at the Langkazi station

我们计算了 1974~2010 年浪卡子气象台观测的年蒸发量累积距平,并与羊卓雍错湖水水位变化对比(见图 6)。2004 年之前,蒸发量累积距平与湖水水位呈大致相反的变化趋势。蒸发强时,湖水处于低水位,反之亦然。但从 2005 年以后,蒸发总量减少,但湖水水位却迅速下降。这表明 2004 年羊卓雍错湖水水位的快速下降

并不能用蒸发量的变化来解释。

我们计算了 2005 年之前羊卓雍错湖水水位变化与浪卡子降水累积距平和蒸发量累积距平的多元回归关系:

$$L=0.005\ 326\Delta P-0.000\ 62\Delta E+4\ 4440.472(R^2=0.93)\ (3)$$

式中: L 为羊卓雍错湖的水位,m; ΔP 与 ΔE 分别为降水累积距平和蒸发量累积距平。回归结果中相关系数的平方 $R^2=0.93$,说明降水与蒸发数据可以解释 93%的湖泊水位变化。该值略高于图 4 中羊卓雍错湖的水位与降水累积距平的相关系数。实际上,降水量与蒸发量并不是两个相互独立的量,而是存在着相反的关系。降水量的增加与蒸发量的减少是相关的。

如果以公式(3)模拟羊卓雍错湖的水位变化,则在 2005 年以前,通过降水与蒸发数据模拟的羊卓雍错湖泊水位变化与观测结果基本一致。模拟值与观测值的标准差为 0.33 m,最大误差为 0.54 m。但 2005 年以后,两者差距迅速增大,到 2010 年,湖泊观测水位比模拟水位低了 4.23 m(见图 7)。这说明至少 3.69m 的湖泊水位变化并不能用气候变化来解释。

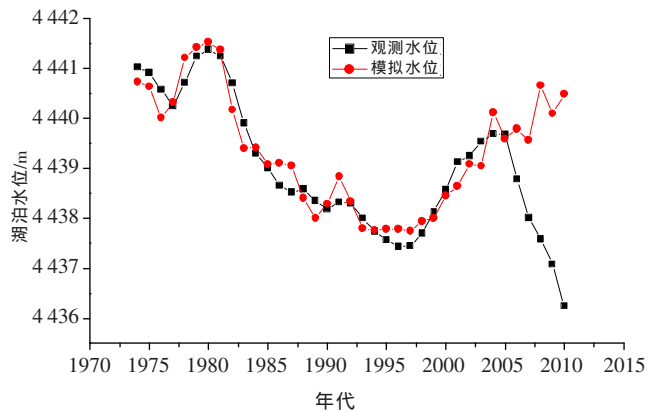


图 7 羊卓雍错湖水水位年际变化模拟结果与观测结果对比

Fig.7 Comparison between the simulated and observed water level change of the Yamzhog Yumco Lake

随着全球气温的升高,浪卡子县气象记录显示气温是逐渐升高的,但并没有在 2005 年表现出突然的变化。气温的升高还有利于冰川的加速融化,可能会有利于湖面的升高。叶庆华等^[8]的研究发现羊卓雍错湖水水位的变化主要由降水与蒸发量控制,其次才是冰川融水增加的影响。但冰川加速融化只能抬高湖面水位,而不会导致湖面水位的下降。

青藏高原湖泊变化表现出显著的区域性。1975~2005 年,那曲地区的湖泊面积一直处于上升段^[3]。而

阿里地区的玛旁雍错湖水面积自 1974~2003 年却处于下降趋势^[8]。1970~2009 年,藏北羌塘高原区湖泊出现先萎缩后扩张的变化,色林错及周边区域湖泊处于持续扩张的状态,而冈底斯山北麓的高山深谷湖泊则在近三十多年保持相对稳定的状态^[6,21]。而期间羊卓雍错湖水水位经历了下降-上升-下降的过程,总趋势是下降。纳木错 1970~2000 在扩张,1970~2007 年纳木错湖面积增加了 72.6 km²,与羊卓雍错相反^[7,9]。

在该地区大空间范围湖泊处于扩张阶段的时候,羊卓雍错出现大幅度的水位下降。通过上面的分析与讨论可以看出,尽管气候条件对不同地区湖泊的影响存在差异性,羊卓雍错湖水的水位变化仍然不能用气候变化来解释。很可能人类活动加剧了湖泊水位的快速下降,特别是水力发电,可能会对羊卓雍错水位产生十分不利的影 响。由于缺乏发电用水的数据,这里无法做进一步的深入讨论。

4 结论

本文利用浪卡子气象数据对羊卓雍错水位的变化进行了分析。特别是对于近几年羊卓雍错水位突然下降的原因进行探讨。研究取得了以下的初步认识:

(1) 羊卓雍错湖水水位变化与当地多年降水量累积距平变化有密切关系,在 2005 年之前,羊卓雍错湖水水位变化与当地降水累积距平之间的相关性可以达到 90%以上,年降水量每变化 1 mm,湖水水位相应变化 6.3 mm。降水与蒸发量变化可能解释 93%的湖泊水位变化。

(2) 2005 年之后羊卓雍错湖水的突然快速下降与当地降水与蒸发量变化的趋势不一致,2010 年 3.69 m 的湖水水位下降不能用气候条件变化来解释。这表明人类活动有可能对湖水水位变化产生了显著影响。

参考文献:

- [1] 王苏民,奚鸿身.中国湖泊志 [M].北京:科学出版社,1998. (WANG Sumin, DOU Hongshen. Annals of Lakes in China [M]. Beijing: Science Press, 1998. (in Chinese))
- [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. (LU Anxin, WANG Lihong, YAO Tandong. 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. (in Chinese))
- [3] 边多,杨志刚,李林,等.近 30 年来西藏那曲地区湖泊变化对气候波动的响应[J].地理学报,2006,61(5):510-518. (BIAN Duo, YANG Zhigang, LI Lin, et al. The response of lake area change to climate variations in north Tibetan Plateau during last 30 years [J]. Acta Geographica Sinica, 2006, 61(5): 510-518. (in Chinese))
- [4] 卓嘎,杨秀海,唐洪.那曲地区气候变化对该区湖泊面积的影响[J].高原气象,2007,26 (3): 485-490. (ZHUO Ga, YANG Xiuhai, TANG Hong. Effects of climate change on lake acreage in Naqu region [J]. Plateau Meteorology, 2007, 26(3): 485-490. (in Chinese))
- [5] 张继承,姜琦刚,李远华,等.基于 RS/GIS 的西藏地区湖泊变化动态监测及气候背景[J].地球科学与环境学报,2008,30(1):87-93. (ZHANG Jicheng, JIANG Qigang, LI Yuanhua, et al. Dynamic monitoring and climatic background of lake changes in Tibet based on RS/GIS [J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2008, 30 (1): 87-93. (in Chinese))
- [6] 李均力,盛永伟,骆剑承,等.青藏高原内陆湖泊变化的遥感制图[J].湖泊科学,2011,23 (3): 311-320. (LI Junli, SHENG Yongwei, LUO Jiancheng, et al. Remotely sensed mapping of inland lake area changes in the Tibetan Plateau [J]. Journal of Lake Science, 2011, 23 (3): 311-320. (in Chinese))
- [7] 陈锋,康世昌,张拥军,等.纳木错流域冰川和湖泊变化对气候变化的响应 [J]. 山地学报,2006,27 (6): 641-647. (CHEN Feng, KANG Shichang, ZHANG Yongjun, et al. Glaciers and lake change in response to climate change in the Nam Co basin, Tibet [J]. Journal of Mountain Research, 2006, 27(6): 641-647. (in Chinese))
- [8] 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. (YE Qinghua, YAO Tandong, ZHENG Hongxing, et al. Glacier and lake co-variations and their responses to climate change in the Mapam Yumco basin on Tibet [J]. Geographical Research, 2008, 27 (5): 1178-1190. (in Chinese))
- [9] 吴艳红,朱立平,叶庆华,等.纳木错流域近 30 年来湖泊——冰川变化对气候的响应[J].地理学报,2007,62(3):301-311. (WU Yanhong, ZHU Liping, YE Qinghua, et al. The response of lake-glacier area change to climate variations in Namco basin, central Tibetan Plateau, during the last three decades [J]. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(3): 301-311. (in Chinese))
- [10] 王君波,朱立平,鞠建廷,等.西藏普莫雍错不同岩芯环境指标的对比研究及其反映的近 200 年来环境变化[J].湖泊科学,2009,21(6): 819-826. (WANG Junbo, ZHU Liping, JIN Jianting, et al. Environmental changes reflected by a comparative proxy study among multiple cores from Pumoyum Co, Tibet in the last 200 years [J]. Journal of Lake Science, 2009, 21(6): 819-826. (in Chinese))
- [11] Zhang G, Xie H, Kang S, et al. Monitoring lake level changes on the Tibetan Plateau using ICESat altimetry data (2003 - 2009) [J]. Remote Sensing of Environment, 2011, (115): 1733 - 1742.
- [12] 刘天仇.羊卓雍错水位变化趋势[J].西藏大学学报,1994,9(2):9-14. [LIU Tianchou. Yamzho Yumco lake water level changing trend [J]. Journal of Tibet University, 1994, 9 (2): 9-14. (in Chinese))
- [13] 刘天仇.西藏羊卓雍错水位动态研究[J].地理科学,1995,15(1):55-62. (LIU Tianchou. Changes of Yamzho Lake water stage in Xizang [J]. Scientia Geographica Sinica, 1995, 15 (1): 55-62. (in Chinese))

- Chinese))
- [14] 胡军,旦增措姆,唐述君.羊卓雍湖水位变化与湖区气候要素的相关分析[J].西藏科技, 2009,10:65-67. (HU Jun, DANZENG Cuomu, TANG Shujun. Correlation analysis between Yamzhog Yumco lake water level change and climate change [J]. Tibetan Technology, 2009,10:65-67. (in Chinese))
- [15] Ye Q, Zhu L, Zheng H, et al. Glacier and lake variations in the Yamzhog Yumco basin, southern Tibetan Plateau, from 1980 to 2000 using remote-sensing and GIS technologies [J].Journal of Glaciology, 2007,53(183):673-676.
- [16] 拉巴,德吉央宗,次珍,等. 基于 MODIS 影像的西藏羊卓雍湖面积变化与成因分析[J].高原山地气象研究,2011,31(1):66-68. (LABA,DEJIYANGZONG,CIZHENG, et al. Research on area change and of reason analysis Yangzhuoyongco Lake based on MODIS Image[J]. Plateau and Mountain Meteorology Research, 2011,31(1):66-68. (in Chinese))
- [17] 邓育仁,丁晶,杨荣富,等. 羊卓雍湖水位随机模拟及统计预测[J]. 水电站设计,1993, 9 (4): 18-21. (DENG Yuren,DING Jing,YANG Rongguai, et al. Yamzhog Yumco Lake water level random modeling and statistic estimation [J]. Hydroplant Design,1993, 9 (4):18-21. (in Chinese))
- [18] 丁永建,刘时银,叶柏生,等. 近 50a 中国寒区与旱区湖泊变化的气候因素分析[J]. 冰川冻土, 2006,28(5):623-632.(DING Yongjian,LI-U Shiyin,YE Baixheng, et al. Climatic implications on variations of lakes in the cold and arid regions of China during the recent 50 years [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2006,28(5): 623-632. (in Chinese))
- [19] 除多,普穷,旺堆,等.1974-2009 年西藏羊卓雍错湖泊水位变化分析[J]. 山地学报, 2012, 30 (2) : 239-247. (CHU Du, PU Qiong, WANG Dui, et al. Water level variations of Yamzho Yumco Lake in Tibet and the main driving forces[J]. Journal of Mountain Science, 2012,30 (2): 239-247. (in Chinese))
- [20] 除多,普穷,拉巴卓玛,等. 近 40a 西藏羊卓雍错湖泊面积变化遥感分析[J]. 湖泊科学, 2012, 24(3): 494-502. (CHU Duo, PU Qiong, LABA Zhuoma, et al. Remote sensing analysis on lake area variations of Yamzho Yumco in Tibetan Plateau over the past 40 years [J]. Journal of Lake Science, 2012,24(3): 494-502. (in Chinese))
- [21] 万玮,肖鹏峰,冯学智,等. 近 30 年来青藏高原羌塘地区东南部湖泊变化遥感分析[J].湖泊科学, 2010,22(6):874-881. (WANG Wei, XIAO Pengfeng, FENG Xiezh, et al. Remote sensing analysis for changes of lakes in the southeast of Qiangtang area, Qinghai-Tibet Plateau in recent 30 years[J].Journal of Lake Science, 2010,22 (6):874-881. (in Chinese))

Recent Water Level Change of Yamzhog Yumco Lake, Tibet

MIMA Ciren¹, TIAN Lide^{2,3}, WEN Rong², ZANG Yalin^{1,4}, ZONG Jibiao², LUNZHU Qunpei⁵

(1. Tibetan Bureau of Hydrology and Water Resources, Lhasa 850000, China; 2. Key Laboratory of Tibetan Environment Changes and Land Surface Processes, Institute of Tibetan Plateau Research, CAS, Beijing 100101, China; 3. State Key Laboratory of Cryosphere Sciences, Cold and Arid Regions Environment and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou 730000, China; 4. College of Geographical Science, Southwest University, Chongqing 400715, China; 5. Tibet Shannan Meteorology Bureau, Langkazi 851100, China)

Abstract: We studied the water level changes of the Yamzhog Yumco Lake from 1974 to 2010 and discussed the factors that caused the lake water level changes by comparing the meteorological data from the Langkazi meteorological station with the observed lake water level changes. We calculated the accumulated anomaly of annual precipitation and annual potential evaporation from the meteorological station and compared it with the water level changes of Yamzhog Yumco Lake. The results show that the accumulated anomaly of annual precipitation had consistency with the inter-annual water level change of the Yamzhog Yumco Lake before 2005, indicating a precipitation dominated lake water level change. The combination effect of precipitation and evaporation changes can account for 93% of the lake level change. From 2005 to 2010, however, the observed lake level deviated from the precipitation change trend. The study shows that the climate change can not interpret why the water level quickly decrease in the past years. Probably, the human activity is one of the main factors leading to the water level decrease in the Yamzhog Yumco Lake.

Key words: Yamzhog Yumco Lake; water level change; precipitation; evaporation; Tibet