



自然万象

藏北古大湖之说

文图 / 陈 浩

> 万顷湖平常似镜 信连勇 / 摄

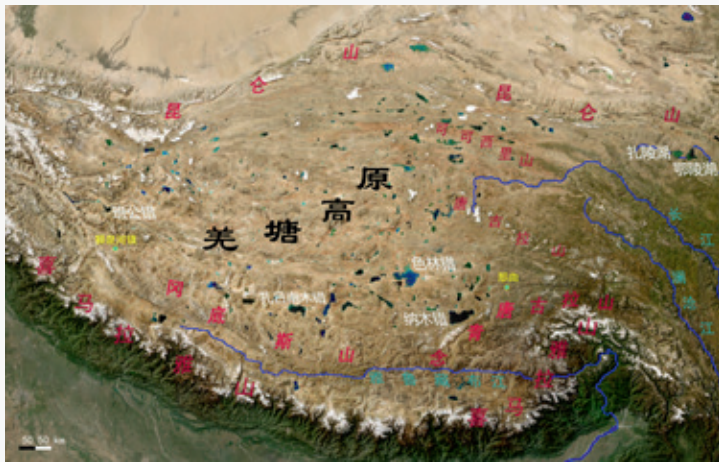
作者简介 陈浩，助理研究员，从事青藏高原湖泊环境变化、西藏历史地理等研究工作，科普笔名“藏北野人”，出版有《人生写大湖——科考行纪》。

湖泊，犹如天然明珠，像大地的眼睛，是自然环境变化的一面镜子。湖泊自古以来就与人类社会息息相关，如汉代乐府诗中，“江南可采莲，莲叶何田田”就生动地描述了湖田养殖的水乡农业景象。然而，中国最大的湖泊群在哪儿？是江南水乡吗？尽管长江中下游有八百里洞庭湖、中国第一大淡水湖——鄱阳湖，以及盛产大闸蟹的太湖，但是按面积计算，有着很多湖泊的江南并不是我国水文地理学意义上的最大水乡。

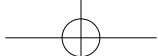
青藏高原湖泊星罗棋布，面积大于1平方千米的湖泊数量有1171个，是我国最大的湖泊群，湖泊总面积约4.65万平方千米，占青藏高原土地面积的1.8%，超过全国湖泊总面积的50%。因此，我国

一些地理学家称“青藏高原，才是我国最大的水乡”。

然而，“水乡”的水并非一成不变，而是赋存于不同相态的水体中，如高山之巅的冰川，盆地内的湖泊和山谷流淌的江河，以及冻土、地下水，等等。目前，随着全球气候变暖、



> 羌塘高原位置与藏北湖泊群（湖泊名称参考标准地图标注）



冰冻圈加速液化，高原湖泊数量还在增多，湖泊面积还在扩张。

这里，我们想说说西藏北部（藏北）的湖泊。摊开青藏高原的地图不难发现，在它的腹地——羌塘高原（也叫羌塘盆地），湖泊众多，分布最为密集。羌塘高原在地理上也位于藏北地区，二者有部分重叠。不过，有些论著把那曲到狮泉河的公路（G317）南部称为藏北，北部称为羌塘。本文所说的“羌塘”指的是广义的“羌塘高原”，这里分布着藏北的大部分湖泊。在水文学上，羌塘是一个内流区，也就是说，这里的地表河流最终是汇聚到湖泊里，湖泊是流域的终端集水器，而不是流入像长江、黄河那样的外流水道里，并最终进入大海。在羌塘盆地内部，大气降水和冰川融水形成的河流进入湖泊，湖泊的水再蒸发进入大气，这样构成水文学上的封闭循环（即陆地内循环）。

羌塘高原之所以也叫“高原”，是因为它的海拔平均超过 4 000 米。例如，藏北大湖色林错的湖面海拔是 4 550 米，确实是比诸如高原边缘的黄河谷地、青海湖、雅鲁藏布江流域的海拔高。这个盆地型的内流区四周被冈底斯山、念青唐古拉山、唐古拉山、昆仑山等大型山脉围合着，很像一个大盆地。

藏北“羌塘大湖”假说

我们知道，湖泊的水位是随着时间而变化的，有季节变化，有年际变化。最显著的观感是东部平原的湖泊在冬季枯水期时湖床裸露；而到了夏季丰水期，则是一片汪洋。如今的羌塘高原既然是一个大盆地，那么这么多的湖泊，有没有可能曾经在某个时期连在一起或者呈现比现在更大的湖泽呢？

答案是有的。青藏高原晚第四纪湖泊发育与湖面变化，是地质学与古环境学关注的热点问题。根据野外勘测研究，一些学者提出“泛湖”或“羌塘大湖”理论，认为在晚更新世（距今约 13 万 ~ 1.1 万年）的间冰期或间冰阶，可能存在一个东到纳木错、西至扎日南木错甚

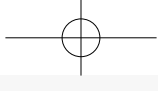


古湖岸线影像图（色林错北岸）

至班公错的东西贯通的“泛湖”或所谓的“羌塘湖”。彼时，现在卫星影像上所见的密集散落的湖泊构成巨大的网格状深水大湖，彼此之间通过宽水道或河流连通，水深普遍可达 200 ~ 400 米，预计的湖面面积达到 15 万平方千米，流域面积约达 40 万平方千米，占目前藏北内流区面积的一半以上。

这个假说由我国学者最早于 20 世纪 90 年代提出，依据为纳木错、色林错、班戈错、扎日南木错等湖泊周围的古湖岸遗迹。这些遗迹包括湖岸阶地、湖岸堤、侵蚀线等地质遗存，它们都具有时间和空间属性，是湖泊一段时期内形成的。

所谓湖岸阶地，就是湖泊在高水位时期淹没于水下，接受湖泊沉积，而在湖面下降后露出形成的垄状地貌类型，主要由砂与黏土组成，代表了比现今湖面高的湖相沉积。而湖岸堤则由扁圆湖滨相砾石所组成，直接代表当时的湖岸线（水位线）。多道阶地或湖岸堤依次下降分布，构成圈椅状的纹理，它们平行于现今湖岸。每道阶地都对应了一定的海拔范围，也对应了一个曾经的湖面水位，称为“拔湖”。拔湖通常用阶地所在位置的海拔与现在湖面的海拔之差来表示，单位为米。海拔可以通过 GPS 定位仪、水准仪等不同精度的工具直接测量。



科研工作者一是在野外通过对湖面、湖岸阶地与湖岸堤进行水准测量获得它们的海拔，误差在毫米级；二是通过对古湖泊沉积物进行取样，再在实验室内进行U系法测年、 ^{14}C 测年，从而得知每条古湖岸线的年龄。将一个湖泊的若干条阶地或古湖岸线按年龄排列起来，结合它们的海拔，如此就可以建立起从最高阶地到最低阶地的湖面演化过程。当把多个湖泊的古湖岸高度和年龄测量出来后，结合数字地貌模型，就可以推算过去某个时间的湖面面积。

例如，纳木错东北岸和西岸分布有多级湖岸堆积阶地或基座阶地，环湖分布有数10道由湖滨相砾石所组成的湖岸堤，在今天的纳木错多圈层观测研究站后面就有一道大型湖岸堤。其中，沿湖分布较宽广、可比性较好的湖岸阶地有6级（T1~T6），科学家测量得到这些阶地的拔湖高度自下而上依次为1.5~8.3米，8.3~15.6米，14.0~19.9米，18.7~25.8米，26.0~36.9米和38.3~47.6米，高位湖相沉积的拔湖高度高达139.2米。根据测年结果，前两级被认为是全新世（最近1万多年）的遗迹。

然而，在古大湖存续的具体时间上，目前存在争论。2000年左右，学者认为距今4万~3万年的末次冰期间冰阶是青藏高原的“泛湖期”或“大湖期”。1989—2006年，郑绵平等学者的一系列研究成果显示，在距今11.6万~3万年是羌塘大湖期，大致存在过5次高原泛湖（古大湖）的高湖面，而目前广泛保存下

来的古大湖沉积主要是在距今4万~3万年或距今6万~5万年。

在古大湖阶段，纳木错、色林错和扎日南木错、当惹雍错等羌塘高原东南部的众多现代大、中、小型湖泊是互相连通的一个古大湖，称之为“羌塘东湖”，范围超过现在的内外流分水岭，外流主要是怒江上游水系（那曲和错那湖）。另有推测认为，当惹雍错、扎日南木错与塔若错、扎布耶茶卡等湖连成一片，构成“羌塘南湖”，而从洞错到班公错连为一体，构成“羌塘西湖”。这些古湖的分水岭多在海拔4770~4850米间。现今如纳木错，湖面海拔是4718米左右。

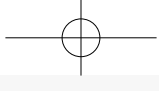
毫无疑问，地质学家为我们描绘了一个藏北“古大湖”的宏大地质史场景。然而，这种古大湖的维系需要相当可观的降水和一定的地形条件。总体而言，古大湖期之后，尤其在过去的三万里里，湖面呈不断下降的趋势，期间在间冰阶或全新世暖期有所回升，但至今已经解体为星罗棋布的独立湖泊，如纳木错、色林错、扎日南木错还维持1000平方千米以上的超大面积。

气候变化之于藏北“古大湖”

当然，湖面变化背后最大的推动因素还是气候变化。从数学上的水量平衡来讲，在湖盆地形条件不变的情况下，湖面水位是进水（大气降水、流域降水或冰川融水形成的径流和地下水补给）与出水（出流加上蒸发消耗）之间的平衡。在藏北地区，由于人烟稀少，不需要考虑人类用水消耗，而且很多湖泊只有入流，没有出流。蒸发是唯一的湖水消耗方式。那么，不难发现上述各个变量都与降水、气温等气候要素有关。当气候条件发生变化，比如流域的降水量多了或少了，气温升高或降低进而导致冰川融化的量不同，都会导致注入湖泊的河流流量产生波动，最终影响湖泊的水量平衡。



＞ 纳木错古湖床阶地

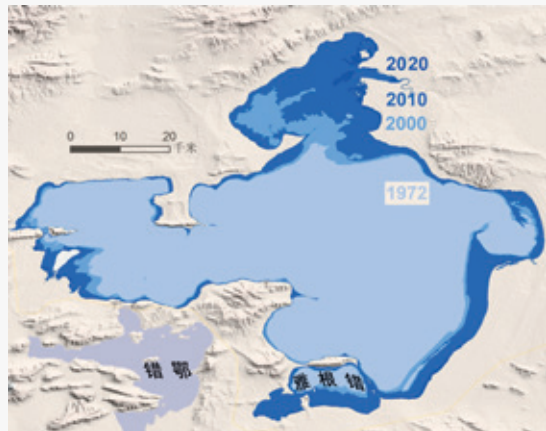


根据最近的气候水文观察，藏北高原湖泊面积的扩大总体上是受降水控制，在局部是受冰川融水影响。科学家推测，维持藏北“古大湖”的一个重要因素是更多的降雨，比现在湿润得多的气候条件。例如，基于高湖面稳定存在时的古水量平衡，色林错—纳木错流域当时的降水量被估算为 (585 ± 25) 毫米，而现在的多年平均降水量是342毫米左右，即当时降水量是现在的1.7倍。地理学上，常以400毫米等降水量线作为划分半干旱与半湿润气候带的分界线。它所处的气候条件从湿润或半湿润转变为半干旱或干旱状态，湖泊的水位会下降，水质会变咸。

古大湖反映了间冰期或间冰阶的暖湿气候和特别强烈的亚洲夏季风。在末次冰期早冰阶、盛冰阶，气候处于冷干波动，尤其是降水大幅减少，是引发藏北古大湖解体的重要因素。不过，也有观点认为，存在高湖面的外流湖期（距今4万~3万年），湖水冲开怒江水系的分水岭，或者怒江溯源侵蚀等因素，造成湖水外溢而湖面急剧下降，进而引发古大湖局部解体。

现在的色林错可以看作是藏北古大湖的孑遗，在以前的气候湿润时期，它和周边的吴如错、恰规错、错鄂等湖泊串连在一起。最近的20年又是藏北湖泊群开启快速扩张的一个时期，例如色林错水面急速扩大，至2019年已经达到2389平方千米，从西藏面积第二大湖泊跃升为第一大湖泊。而且，色林错最南端的雅根错已经被色林错“兼并”，原来隔开两个湖泊的一道大砂堤现在没入水下1米左右。

那么，未来会不会有更大的湖泊出现呢？理论上，只要能保证湖水不外溢，我们可以根据设定的海拔任意画出这个高度作为水位线对应的水面范围。想象一下，当水库蓄水时，其上游水域面积会不断扩大，那些在既定水位线下的周边河谷区域都会被淹没。对于被分水岭分开的相邻湖泊，当水位上升到足够高时，不同位置的湖泊水面将会连通一起。在羌塘盆地，有很多这样的姊妹湖——两个湖泊离得很近，中间只有一道低矮的山梁或已经干涸的水道作分水岭。只要河流注水不断增加，湖面升高，两个湖就连起来了。其原理是高中物理所学的液面平衡原理，也叫



＞色林错面积变化（1972—2020）

作连通器原理。

不过，关于判断藏北“羌塘大湖”的依据有个隐含的前提条件，就是现在分开的湖泊之间有通道相连。前面关于羌塘高原的地貌介绍中提到，它在地形上是一个大盆地，作为一个完整的内流区，内部总体上有相连的通道或低矮的分水岭。这也是藏北“羌塘大湖”假说的地形条件。

因此，对于气候变化主导的藏北湖泊群的分分合合，虽然是自然现象，但它会深刻影响人类的生产生活，我们需保持密切关注。事实上，我们的科学工作者正在监测和追踪全球气候变化，以及对像藏北高原这样的气候敏感区的影响。

总之，藏北高原那星罗棋布的湖泊，像一颗颗散落的珍珠，它们曾经留下的遗迹，以及未来何去何从，还有待我们的科研人员进一步考察和研究，期待为我们解答更多的谜题。■

作者单位 / 中国科学院青藏高原研究所

青藏高原地球系统与资源环境

全国重点实验室

（本文编辑：张佳楠）