

盐湖环境变化趋势与趋利避害

蒋先锋¹ 郑绵平^{1,2} 齐 文^{1,2} 赵元艺^{1,2}

(1 中国地质科学院盐湖资源与环境开放实验室;

2 中国地质科学院盐湖与热水资源研究中心,北京 100037)

摘要:盐湖/湖泊是气候变化的一面镜子。本文以国内外典型盐湖区地质灾害为案例,说明自然引起的盐湖地质灾害,人类在事先监测而掌握其变化趋势情况下,可趋利避害,减少损失程度。文中分析在中国西部气候可能由暖干向暖湿转型的情势下,中国盐湖的变化趋势,并就其近期湖水涨缩特点划分 3 种类型(湖水上涨型区、湖水下降型区和湖水上涨不稳区)。为了适应中国盐湖区气候—湖泊变化,提出在重要盐湖区增建和完善水文、气象观察站,并与遥感监测相结合;建立多学科、跨部门的近期西部盐湖区环境变化的重大基础项目。同时需在重点盐湖区增设防洪防旱水利设施工程、制定湖区生态保护措施等,在筑建盐田和基建工程时应充分考虑洪水泛滥的影响。

关键词:全球变暖;盐湖变化趋势;盐湖水涨缩型区;防灾减灾建议

中图分类号:PX143 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2004)03-0294-07

盐湖是湖泊中的一种重要类型,它是含盐量较高的咸化水体^[1]。盐湖通常是按照其水体含可溶盐的浓度而介定的。不同学科对盐度下限有不同的标准,而且同一学科的不同分支对盐湖盐度的下限也有不同的标准。地质学家一般以 $\omega(\text{NaCl})_{\text{eq}} > 3.5\%$ 或 $\geq 5\%$ 作为盐湖盐度的下限^[2-3]。多数生物学者以 $\omega(\text{NaCl})_{\text{eq}} \geq 0.3\%$ 作为盐湖的盐度界限^[4]。随着现代盐湖学研究的不断深入,越来越多的学科参与到这个新领域的研究中。为了便于不同学科间的交流,本文作者之一建议将盐湖分为:狭义盐湖和广义盐湖。狭义盐湖的含盐度下限为 $> 3.5\%$;广义盐湖的含盐度下限为 $\geq 0.3\%$ ^[4],本文所讨论为广义的盐湖,亦即包括湖水盐度下限 $\omega(\text{NaCl})_{\text{eq}} \geq 0.3\%$ 的湖泊(一般称为咸水湖)。

盐湖/湖泊是一种与气候处于动态相对平衡的自然资源。盐湖/湖泊沉积不仅忠实地记录了古今气候、环境变化信息,而且其水体动态(水位、范围等)和水化学变化也同样反映近期气候的变化。

中国是多盐湖的国家,除了赋有巨大的盐、碱、硝等无机盐外,还盛产锂、硼、钾、铯、钷、溴等稀有金属和非金属,还赋有大量具有经济和科学价值的盐生物等资源。据新近统计^[5],中国有狭义盐湖 1 500 个以上,在干旱、半干旱地区,即约占全国近 1/2 的区域内,有现代盐湖或地下孔隙卤水湖断续分布。其中有 50 余个盐湖已开采。如中国最重要的钾盐原料基地青海察尔汗钾盐湖、罗布泊硫酸钾盐湖、石盐及盐生物综

合企业内蒙古兰太盐湖、玻纤硼原料重要基地西藏扎伦布纳盐湖、中国卤虫主产地艾比湖等以及集硫酸钠深加工和盐湖旅游为一体的山西运城盐湖等;又如青海湖、纳木湖和色林错等西部大湖水均是广义盐湖,它们既是当地重要牧区和水产资源,又是区域生态和旅游资源。随着“西部大开发”进展,盐湖开发和湖泊生态环境保护热潮正在中国西部悄然兴起。盐湖资源的合理利用与环境保护和可持续发展将成为今后重要课题。“前事不忘,后世之师”,为此,本文就以往盐湖区自然或自然和人为因素引发的地质灾害作一分析,并就近期全球变暖背景下盐湖变化的趋势和应对策略作一初步探讨。

1 盐湖区的地质灾害案例

1.1 国外的案例

(1)前苏联卡拉布加兹海湾:该海湾是里海东边的一个海湾,湾内的湖水浓度远大于里海的浓度,里海水通过水道不断补充海水,由于局部封闭,蒸发浓缩形成盐湖。海湾内主要沉积白钠镁矾($\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)和硫酸钠等,并已开始生产盐产品。由于生产单位不顾原苏联科研部门的警告,于 1980 年在补水渠道上筑坝拦截里海水,导致海湾内地表卤水干枯,造成周围牧区草场严重盐碱化,环境恶化,大批牲畜死亡。在这种情况下,只得于 1984 年炸毁拦坝,恢复海水的

收稿日期:2004-02-09;改回日期:2004-05-12

基金项目:国家自然科学基金重点项目(49833010)及科技部社会公益研究专项资金项目(2001 DIA10020)资助。

作者简介:蒋先锋,男,1963 年生,硕士生,从事工业控制与盐湖变化研究;E-mail:zmp@public.bta.net.cn。

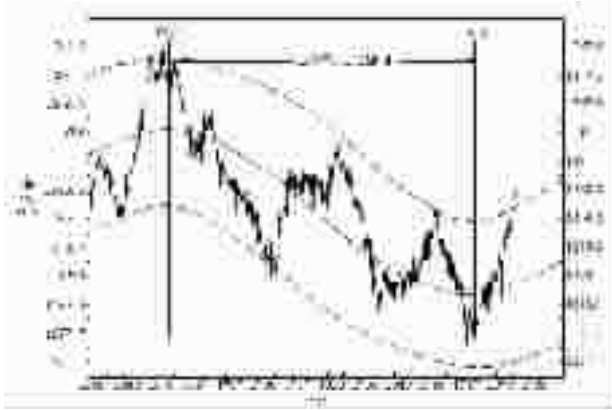


图 1 从 1850—1980 年大盐湖水位变化图

Fig. 1 Water-level fluctuation of the Great Salt Lake, United States, from 1850 to 1980

天然供应,导致周围生态环境至今仍未完全恢复。

(2)美国大盐湖:1986 年该盐湖区贝尔河水泛滥,盐湖的水位达到历史记录较高水位,高盐度湖水一直漫及盐湖城,冲毁了价值达 2 千多万美元的全部盐田,幸亏在政府长远规划财政支持下,犹他州立大学工程研究中心等一直对该湖作了水文、气象长期和动态规律研究,从而在 1 年半前即作洪灾预警^[9]。当局就该预警采取了大量措施,使人民财产减少了很大损失。由于大洪水浸入盐湖城,水位一时不能退下,人心浮动,有些人提出要求盐湖城搬迁,但由于该湖 1850 年以来即有连续 136 年的湖水位、水质和气象记录,该水位变化表明该湖最高水位在 1873 年(1 283.5 m)到 1963 年为最低水位(1 777.7 m),大约 90 年为半个旋回周期(图 1)^[7],1986 年只是局部上升段,短期内总的趋势还是有升有降。因此,科学界提出盐湖城不必搬家,最后由政府决策,采用强力水泵,将湖水抽一部分到附近沙漠区,盐田构筑也吸取教训将结晶池往高处移,并在两年后恢复生产^①,迄今在大盐湖盐类生产兴旺,盐湖城也安然无恙。

1.2 国内的案例

(1)罗布泊的消失:该湖在更新世曾达到 10 000 km² 多,经过漫长发展阶段,至 1972 年,该湖面积还在 2 000~5 000 km² 波动^[9]。历史上罗布泊西部曾有楼兰古国存在和罗布人居住,乃丝绸之路之繁华之地。1972 年后,由于孔雀河上游筑建水库,农垦漫灌,多年超量截水导致与其补给河流孔雀河断流,流域沙化,曾经生活在孔雀河两岸的草木枯萎、马鹿大批死亡并使尾间湖罗布泊全部干涸。

(2)新疆艾比湖的生态恶化:该湖位于天山西段北麓,是准噶尔盆地西南的最低汇水中心,湖面面积由 1957 年的 1 070 km² 快速萎缩到 1987 年的 499 km²。据调查,历史上流入艾比湖的较大河流达到 11 条,但目前 80 年代后期至

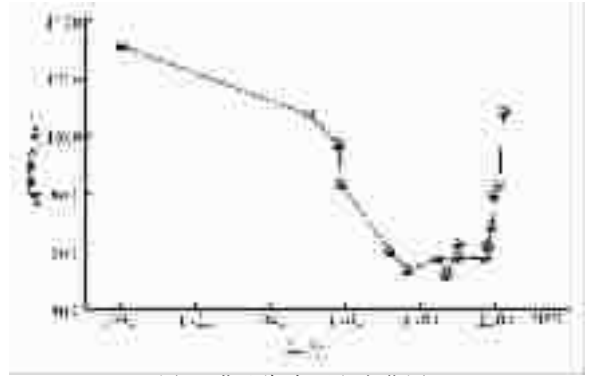


图 2 艾比湖水面积变化图^[10]

Fig. 2 Area change of Ebinur Lake^[10]



图 3 色林错湖 3 个时相的湖面面积相对增长示意图^[11]

Fig. 3 Diagram showing the relative increase of the lake surface area of Siling Co at three time phases^[11]

90 年代只有精河和博尔塔拉河在秋冬有较大水量流入湖中。奎屯河等多条河流在流入湖泊之前,就因河流沿岸过度用水而干涸,地下水位下降,湖区急剧沙化,给当地农牧业带来巨大损失,附近的 312 国道 3 次改道让沙,欧亚大陆桥有 140 km 从艾比湖旁通过,也经常因流沙埋路而中断运行,有 10 km 被迫改线。艾比湖流域环境恶化是在上世纪 50 年代以来大规模垦荒和砍伐湖区森林的历史背景下发生的。“当年曾经认为战胜了大自然,而今人们不得不花费巨大的人力和财力为不合理开发的行为进行补偿”^[9]。近几年来,新疆有关方面先后实施了艾比湖主风道治理等多项工程,使该区荒漠植被得到有限恢复。2002 年 6 月 1 日卫星影像显示该湖水面积扩大至 1 064 km²(图 2),但是,这主要是由于新疆地区可能处于由暖干向暖湿过渡、降水量和融水量增加的结果^[9]。不过,由于艾比湖是一个宽浅盐湖,即使入湖水量不很大也可使湖面积有较大涨幅,因此,还须进一步观察其变化。

(3)察尔汗盐湖洪灾:察尔汗是中国最大钾肥基地,1962

①郑绵平. 美国盐湖考察与学术交流报告, 1989.

年在察尔汗达布逊东北湾发现 1 000 多万吨的光卤石新沉积,化工部拟建厂年产 10 万吨氯化钾。1967 年出现一场大洪水,将该处光卤石新生矿消溶殆尽。1989 年再一次比 20 多年前更大的洪水,不仅把正在开采光卤石的人们冲散,还把堆垛的光卤石和没有采收的光卤石全部消溶。而且波及格尔木市的部分地区,危及青藏铁路经察尔汗盐湖部分的铁路安全。

(4) 西藏色林错的扩张:色林错是西藏第二大湖,面积 1 700 多平方千米,据当地牧民反映,色林错湖面自 1998 年扩张日趋明显,尤以湖北部扎加藏布入湖口平坦草场为明显,该处湖水向外扩张 20~30 km,淹没了大面积草场,严重危害牧民生计。根据遥感分析^[4],经对 1972 年 10 月 2 日 MSC 遥感图像、1992 年 9 月 23 日的 TM 遥感数据和 1997 年 9 月 19 日的 ETM 遥感数据分析,色林错 1997 年的湖面分别比 1992 年和 1972 年的湖面增加了 132 km² 及 116.24 km² (图 3)。盐湖中心近两年来在色林错水文观察的资料也显示该湖的盐度略有降低,湖水水位在升高。色林错主要补水源为冰雪融水和大气降水。根据当地的气象资料显示:该地区的降水量没有明显的变化,由此可推断该湖主要是由于格拉丹冰川因全球变暖而加速融化形成的大量融水注入,导致湖水水位升高。

(5) 扎仓茶卡持续湖退:该盐湖位于西藏阿里革吉县盐湖区,从 1960 年以来笔者之一曾多次前往^[2],实地调查表明,该湖自 1960 年初以来湖水水位总的呈下降趋势,其湖水下降约 2 m 左右;在 1961 年 6~7 月实地调查时,扎仓茶卡 II 湖东部镁硼酸盐低堤尚处于水下或与表水持平;据 1971 年 10 月航测资料,当时低堤呈盐沼泽,其水位大致与湖水水位持平或稍低;至 1987 年再次调查时,低堤已露出湖水面;1992 年 7 月经实测,湖水由低堤下降 1.5~1.7 m;2000 年 5 月实测湖水由低堤下降至 2 m 左右^{[5][6]}。由上述可见,30 几年来,在全球变暖背景下,地处西藏西北部腹地远离冰川及其融水补给区,而以大气降水为主的盐湖,水位仍持续下降,从附近改则气象站 1973—2000 年气温和降水量变化趋势亦得到证实:从上世纪 70 年代至 2000 年,该区年均气候趋升,尤以 1984—2000 年为明显,上升约 0.5℃,而降水量 80 年代中期至 2000 年较 70~80 年代初总体趋降(图 4),由于蒸发量随着气候增高而增大,湖水水位自然随之持续下降。由于湖水(卤水)下降,产生正负面影响:一方面导致盐类沉积加剧,镁硼矿层暴露地表,便于开采,另一方面,由于区域水位下降,环湖沼泽草场萎缩,影响牧民生计。

2 中国西部盐湖水位涨缩的初步分析

根据近期中国西部部分盐湖湖水涨缩的状况和有关气

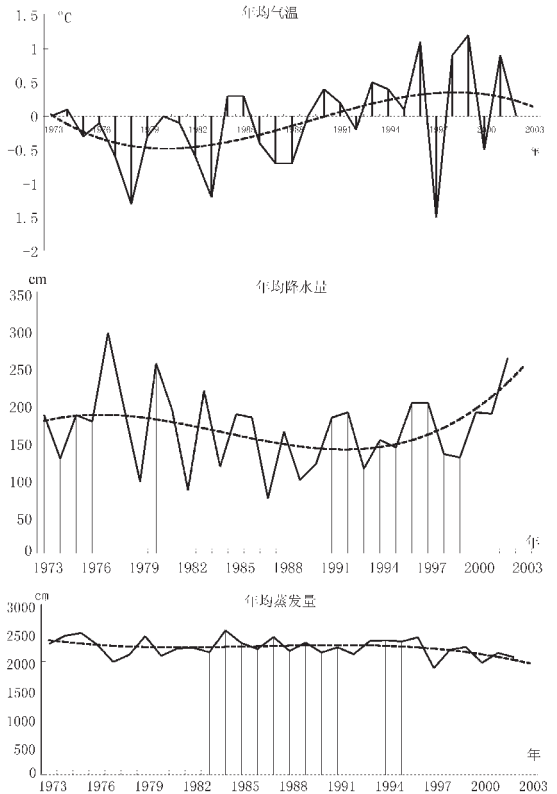


图 4 改则气象站 1973—2000 年年均气温与降水量、蒸发量变化曲线^①

Fig. 4 Curves showing the variations in annual mean temperatures, precipitations and evaporations from 1973 to 2000 measured at the Gêrzê meteorological station (meteorological data of several meteorological stations of China Bureau of Meteorology in western China from 1950 to 2002)

候变化趋势分析^[4],初步认为可分为 3 种涨缩型:(1)湖水上涨型;(2)湖水下降型;(3)湖水上涨不稳型,兹分述如下:

(1) 湖水上涨型:分布于新疆北部准噶尔盐湖区,如艾比湖、玛纳斯湖等;天山盐湖区如艾丁湖、柴窝堡湖、博斯腾湖等;塔里木西北盐湖小区,如硝尔库勒湖、加依多拜湖等^②;西藏盐湖区亚寒带一些冰川融水大量补给湖区如色林错、小触安姆湖等,以及高寒带冰川大量融水补给区,如鲁玛江冬错(该湖为北美塘西部最大湖泊,据实地访问,该湖 2001 年较 2000 年水位上升 2 m)。这些湖泊降水量和冰川融水量

① 郑绵平,刘文高. 西藏盐湖及其他矿产地质考察实录. 地质部矿床地质研究所,1980,32~42.

② 郑绵平,徐国张,等. 西藏自治区革吉县扎仓茶卡矿区盐湖硼矿第一矿区补勘报告. 中国地质科学院盐湖与热水资源研究发展中心(矿床地质研究所),1992.

③ 郑绵平,卿光华,杨谦,等. 西藏自治区革吉县扎仓茶卡 II 湖镁硼矿详查报告. 中国地质科学院盐湖与热水资源研究发展中心,2002.

④ 据国家气象局 1950—2000 年西部若干台站气象资料编制.

⑤ 郑绵平主编. 中国第四纪盐湖分布与分区图(送审中),2004.

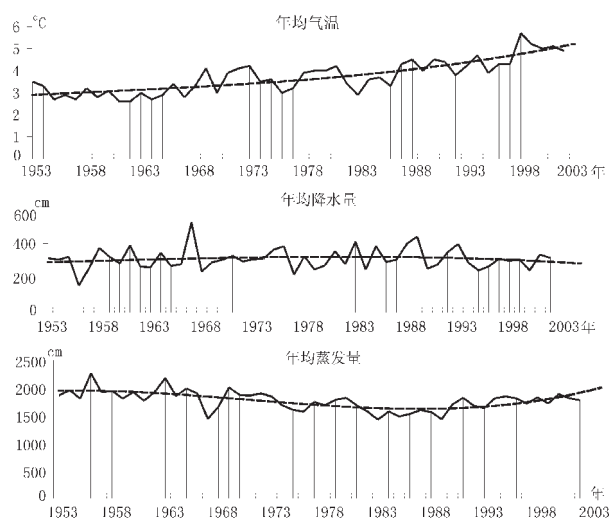


图 5 共和气象站 1953—2000 年年均气温与降水量、蒸发量变化曲线

Fig. 5 Curves showing the variations in annual mean temperatures, precipitations and evaporations from 1953 to 2002 measured at the Gonghe station

显著增加,蒸发量在部分地区(尤在海拔 4 900 m 以上高寒地区)有所下降,但一些湖区由于气温升高,蒸发量有所增加。由于总的河流和地下水注入湖泊的数量增加,而使湖泊水位上升,面积扩大,湖水盐度也随之下降。

(2)湖水下降型:分布于青海东部的青海(湖)盐湖小区,如青海湖、茶卡;黄河局部盐湖小区,如哈姜盐湖和阿拉善小盐湖区,高台—居延海盐湖、雅布赖、吉兰太盐湖等,以及扎陵湖群周缘淤积湖(淡水湖)^[1],西藏阿里岗北盐湖小区如扎仓茶卡、聂尔错等。70 年代以来年均温趋升,但降水量趋降,而蒸发量增大(图 4),2000 年以来也未见有明显向暖湿转化的迹象。以与甘肃接壤的内蒙吉兰太、雅不赖盐湖为例,90 年代和 2001 年降水量均较低(100 mm/a 左右),2002 年降水量达 150~160 mm/a,但 2003 年仅为~100 mm。而且由于近几年该两湖石盐产量逐年增加,加大盐田卤水蒸发量,更逐年加剧湖水下降,尽管采取地下水回灌措施,但从 90 年代迄今吉兰太盐湖卤水位还下降约 50 cm。又如青海湖,据附近共和气象站资料^①,该区从 1953—2000 年年均气温上升约近 2℃,而降水量略为下降或持平(图 5),由于蒸发量随区域变暖而增高,不仅湖水蒸发量增大,而且注入该湖河水量锐减。以该湖补给水量 67% 的布哈河为例^[4],由以往平均流量 60 m³/s,到近年流量仅 1.3 m³/s。40 余年来该湖湖水下降约 3.5 m(图 6)^[13],闻名遐迩的鸟岛已同陆地相连成半岛。除了自

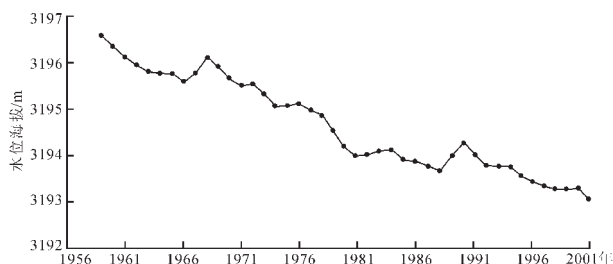


图 6 青海湖近年水位波动
(1959—1995 据沙陀寿资料,1995—2000 据下社站资料)^[13]
Fig. 6 Water level fluctuation of Qinghai Lake in recent years (data of 1959—1995 from Sha Tuoshou; data of 1995—2000 from the Xiashe station)

然因素外,湖周盲目开垦,使土地沙化和草场退化,也使青海湖周边保水能力降低,加大青海湖水下降。

(3)湖水上涨不稳型:该类型实质上是由于降水量有少量增加或附近冰川融水有所增加,但由于地处极端干旱区或距冰川融水区较远,因此,湖水量有所上涨,但上升幅度较小,或涨缩不稳定。该类型地理分布界线不大清楚,大致分布于柴达木盆地南疆东部、甘肃西缘荒漠地区和藏北东部,如柴达木盆地边缘的小柴旦湖、东台吉乃尔湖,由于近期冰川融水增大,近期水位均上涨。但东台吉乃尔附近西台吉乃尔湖和达布逊湖水位并无明显上升。据小柴旦附近大柴旦气象站资料分析,该区从 1956—2000 年年均气温上升 3℃左右,年降水量略降或持平,而近期小柴旦湖水位有显著上升,其原因与区域气温增高、该湖接受土尔根达坂冰川融水补给增多有关。又如藏北东部一些远离冰川融水补给的湖泊,由于区域有变暖和轻微变湿的迹象,水位也有上升迹象,如班戈湖 II 湖主要接受大气降水补给,但与受冰川补给的色林错有一定的水力联系。1958—1987 年平均气温在 -3.5~0.5℃之间,1988—2002 年均气温上升约 -1~2℃(图 7),相应年均降水量:1957—1987 年为 287 mm,1988—2002 年为 330 mm^②;该湖 1960—1990 年为干涸盐湖,90 年代初为半干涸盐湖,90 年代后期水位上涨成水深 1 m 左右卤水湖,但最近水位趋于下降^②。南疆东部盐湖由于降水量有小幅增加,但地处极干旱区^[4],湖水位上升并不明显。

3 适应盐湖变化的几点建议

通过上述国内外盐湖灾害案例和中国西部盐湖动态变化的分析,我们可以从中得到一些有益的启示,在全球日趋变暖的未来,面对中国西部盐湖的变化,有必要及早采取应对策略和措施,以达到防灾减灾和因势利导、合理开发盐湖

① 国家气象局若干台站气象资料,2002 年。

② 赵元艺,等. 西藏高原盐湖资源潜力评价及锂硼铷元素提取技术探索研究,2003。

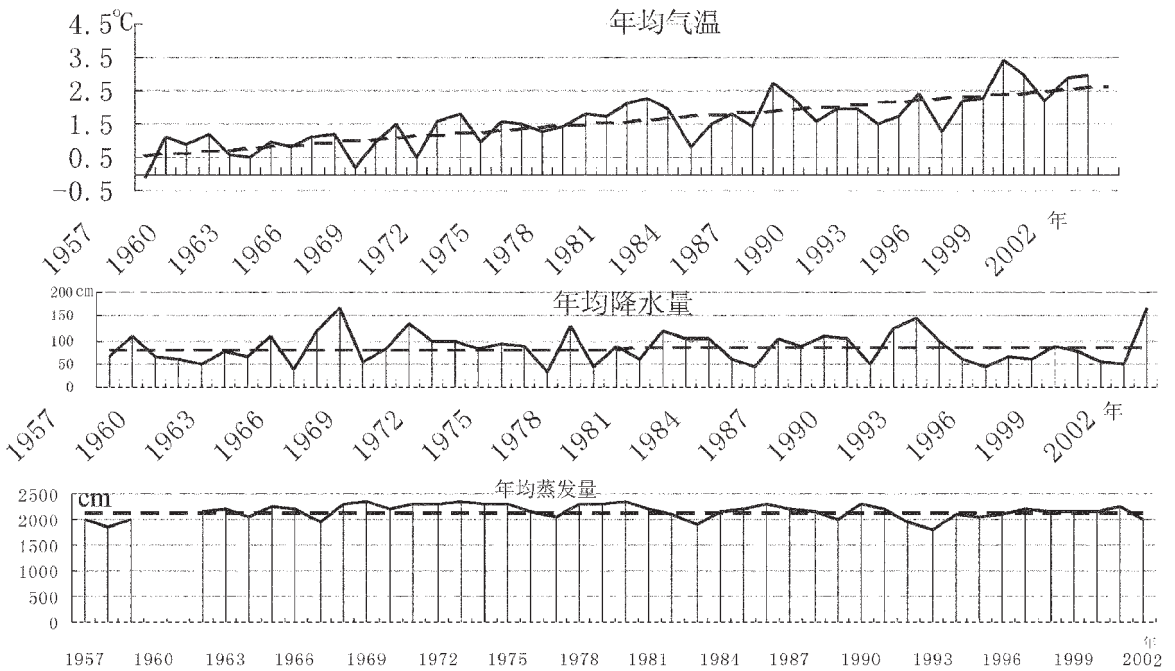


图7 班戈湖气象站 1957—2000 年年均温与年降水量、蒸发量变化曲线

Fig. 7 Curves showing the variations in annual mean temperatures, precipitations and evaporations from 1957 to 2002 measured at the Bangkog station

资源和保护盐湖区生态环境的目的。

1) 建议对重要的和正在开发的盐湖建立和完善水文观察站。建立固定水位标尺,定期观测水位和采取水样,监测其水质、水动态变化,而且要求长期坚持监测。尽早积累湖区基础水文、气象数据,并长期坚持,必有大用,这无论从近期开发利用还是生态环境保护为子孙后代长远计,都是非常必要的。如美国大盐湖迄今已持续湖水监测达 154 年,还将长期坚持下去。在一些附近缺乏气象站的重要盐湖还需相应建立简易气象观测点。如西藏扎布耶盐湖为开发锂等资源,已建立气象、水文观察站达 10 余年。中国目前开发的盐湖区,建立水文观察网或观察点有察尔汗、吉兰泰、罗布泊等,但大多数盐湖尚未建立,应当引起重视,尽量创造条件再建一批观察站,并将其联网,以研究盐湖水动态的区域变化。鉴于此项工作属于公益性、基础性项目,建议由国家科技部出资立项,组织各有关省区水文地质、矿山部门技术力量安排落实。

2) 充分应用遥感动态环境监测手段优势。通过不同时段遥感解译,可获得盐湖的形状、面积以至深度和水质变化等宏观信息,与定点观察站相结合,可以起到事半功倍的效果。在众多的遥感数据源中,较常用有 TM、MSS、SPOT/HRV、NOAA、FY-1 系列和 Eos/Modis 卫星数据等。从经济

实用出发,笔者曾建议在格尔木建立 Eos/Modis 卫星地表站接受系统^①,该系统可无人值守、每 7~14 天备份一次数据即可,它具有分辨率适中、光谱通道多、获取周期短、地面站建设费用较低、应用范围较广、可以收集到西部大部分盐湖区的遥感数据等特点。

3) 设立多学科、跨部门西部近期盐湖区环境变化重大基础研究项目。盐湖(湖泊)动态变化与周缘冰川、沙漠、草原、冲积(河川)等次环境变化密切相关,建议国家组织盐湖学(湖泊学)与冰川、气象学、水文学、沙漠学和植物学等多学科协同,选择代表性盐湖区建立从冰川—河流—草原—湖泊亚环境的综合科学观察示范站,联合攻关^②。

4) 现代监测与获取古气候长序列信息研究相结合。由于中国西部盐湖绝大多数缺乏 50~100 年的水文观测资料,气象站点也较少,给分析西部湖泊—气候周期性变化规律带来很大困难。因此,除了研究冰芯外,很有必要选择西藏、青海、新疆和甘肃代表性卤水湖,运用先进取样设备,钻取湖水下现代湖泊沉积浅岩芯,获取高分辨率(至少 2~5 年取一点) 2~3 百年序列的气候代用资料,以进行古气候相似型研究。

5) 改善湖区水利设施和生态环境。根据有关方面预测^[5]:未来 50 年,中国西北气温可能升高 1.9~2.3℃,西南升高 1.6~

① 郑绵平. 藏北无人区综合科考野外总结. 藏北高原无人区综合科学考察队, 2002.

② 郑绵平, 齐文. 建立 Eos/Modis 卫星地区站, 开展盐湖动态监测的报告, 2003.

2.0℃,青藏高原的变暖可能更明显,达到 2.2~2.6℃。降水量也有增加,预计可能增加 5%~23%。冰川融水量和径流量也将连续增加,湖泊水位必然有显著升高。为此,应考虑增建重点盐湖区的周边山区水库和拦洪堤,特别是在湖水上涨型区,如准噶尔盐湖亚区和天山盐湖亚区,在湖水上涨不稳型区的重点盐湖,如东西台吉乃尔湖将建设大型盐湖联产企业,需相应考虑昆仑山北麓的水利防灾设施,盐田和基建工程也应考虑洪水泛滥波及程度。与此同时,盐湖区特点是干旱与变湿相互交替,因此还要准备抗旱措施,特别是在湖水下降型区和极端干旱区的塔里木和柴达木盆地西部等盐湖。

参考文献 (References):

- [1] 郑绵平. 论盐湖学[J]. 地球学报, 1999, 20(4):395~401.
Zheng Mianping. On salinology [J]. Acta Geoscientiae Sinica, 1999, 20(4):395~401(in Chinese with English abstract).
- [2] Zheng Mianping. On salinology [J]. Hydrobiologia, 2001, (466): 339~347.
- [3] Dzenis-Litovsky A I. Methods of Comprehensive Salt Lake Investigations and Research [M]. Leningrad:National Chemical Press, 1957 (in Russian).
- [4] Williams W D. How important is salinity in structuring biological communalities in salt lakes? Resources environment and global change of saline lakes. In selected papers of the 6th International Conference on Salt Lakes [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1996 103~114.
- [5] 郑绵平. 论中国盐湖[J]. 矿床地质, 2001, 20(2):181~189.
Zheng Mianping. On saline lakes in China [J]. Mineral Deposits, 2001, 20(2):181~189 (in Chinese with English abstract).
- [6] 高世扬. 青海盐湖大规模盐业生产中的重大科学问题[J]. 盐湖研究, 1996, 4(3~4):66.
Gao Shiyang. Important problems in large-scale development of Qinghai Salt Lake resources [J]. Salt Lake Science, 1996, 4 (3~4): 66 (in Chinese with English abstract).
- [7] Gwym J W. Great salt lake—a scientific, historical and economic overview [J]. Utah Geological and Mineral Survey, Utah Department of Natural Resources Bulletin, 1980, 116:273~277.
- [8] 赵春晖, 沙达提. 艾比湖流域生态持续恶化[N]. 科技日报, 2002-04-09(6).
Zhao Chunhui, Sha Dati. Continued ecological deterioration in the reaches of Ebinur Lake[N]. Science and Technology Daily, 2002-04-09(6) (in Chinese).
- [9] 施雅风. 中国西北气候由暖干向暖湿转型问题评估[M]. 北京气象出版社, 2003.
Shi Yafeng. Evaluation of the Issue of Turning from the Warm-Dry Type Climate to Warm-Wet Type Climate in Western China [M]. Beijing: Meteorological Publishing House, 2003 (in Chinese).
- [10] 王前进, 巴音查汗, 马道典, 等. 艾比湖水在近 50a 变化成因分析[J]. 冰川冻土, 2003, 25(2):224~228.
Wang Qianjin, Bayin Chahan, Ma Daodian, et al. Genetic analysis of changes of Ebinur Lake water in the past 50 years [J]. Glaciers and Frozen Soils, 2003, 25 (2):224~228 (in Chinese with English abstract).
- [11] 杨日红, 于学政, 李玉龙. 西藏色林错湖面增长遥感信息动态分析[J]. 国土资源遥感, 2003, (2):64~67.
Yang Rihong, Yu Xuezheng, Li Yulong. Dynamic analysis of remote sensing information of the lake surface expansion of Siling Co, Tibet [J]. Land and Resources Remote Sensing, 2003, (2):64~67 (in Chinese).
- [12] 郑绵平, 金山山. 我国某地一个新类型镁硼酸盐矿床的初步研究[J]. 中国地质, 1965, (2):24~30.
Zheng Mianping, Jin Wenshan. Preliminary study of a new type of magnesium borate deposit in a certain area of China [J]. Chinese Geology(Geology in China), 1965,(2):24~30 (in Chinese).
- [13] 蓝华云, 夏绍凤. 近 50 年来青海省水文要素变化特征分析[J]. 冰川冻土, 2003, 25(2):193~198.
Lan Huayun, Xia Shaofeng. Analysis of the characteristics of changes of hydrological elements in Qinghai Province over the past 50 years [J]. Glaciers and Frozen Soils, 2003, 25 (2):193~198 (in Chinese with English abstract).
- [14] 范宏喜, 吴安家. 青海“中华水塔”生态录[N]. 中国国土资源报, 2001-11-01(4).
Fan Hongxi, Wu Anjia. Ecological records of “China Water Tower” in Qinghai[N]. In: p. 4, China Land and Resources News, 2001-11-01(4) (in Chinese).
- [15] 秦大河. 科学家预测未来 50 年西部气候变化: 雨量增加、气候变暖、冰川消融、湖泊升高[N]. 科技日报, 2002-10-29(1).
Qin Dahe, Scientists predict the climatic changes in western China in 50 years: rainfall will increase, the climate will become warm, glaciers will melt away and lakes will rise[N]. Science and Technology Daily, 2002-10-29(1) (in Chinese).

Trend of salt lake change in the background of global warming and disaster prevention

JIANG Xian-feng¹, ZHENG Mian-ping^{1,2}, QI Wen^{1,2}, ZHAO Yuan-yi^{1,2}

(1. *Open Laboratory of Saline Lake Resources and Environment, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;*

2. *R & D Center for Saline Lakes and Epithermal Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)*

Abstract: Salt lakes are a mirror of climatic change. According to a study of geological hazards in typical salt lake districts in China and other foreign countries, the authors explain how geological hazards in salt lake districts are caused by natural agents and how mankind can avoid hazards and reduce loss on the premise that people have monitored and mastered the trend of salt lake change in advance. The climate in western China is probably turning from warm-dry to warm-moist. The authors analyze the change trend of China's salt lakes in such climatic conditions and distinguish three types of salt lake districts (i.e. lake water rising type, lake water falling type and lake water rising and unstable type) according to the characteristics of lake water rising and shrinking. In order to conform to the climatic and lake changes in China's salt lake districts, the authors propose to add and improve hydrological and meteorological observation stations and integrate observations with remote sensing monitoring and set up multidisciplinary and interdepartmental basic projects to monitor and study climatic and environmental changes in salt lake districts of western China in the near future. Moreover, it is necessary to build additional flood-control and drought-preventing water conservancy facilities in key salt lake districts and work out measures for ecological protection in salt lake districts. Full consideration should be given to the influence of flooding when building saltfields and implementing capital projects.

Key words: global warming; trend of salt lake change; salt lake water rising and shrinking types; suggestion of disaster prevention and reducing

《地质通报》推出青藏高原区域地质调查专辑

在中国地质调查局和项目实施单位的大力支持与协助下,《地质通报》于2004年1月第1期正式推出《青藏高原首批1:25万区域地质调查成果专辑》(综合版)。为更加全面翔实地反映该项宏伟工程的基础性材料(内容涉及地层、古生物、构造、岩石、矿产资源、第四纪地质、生态环境等方面),强化本刊一贯坚持的务实求真、突显原创性的办刊理念,在综合版的基础上,本刊又组织相关作者补充了大量第一手资料(增加40%以上内容,近40万字,212页),配以中、英文摘要和参考文献(方便国内外读者检索、阅读),按国际分幅和报道形式编辑了《地质通报》第5~6期(图幅版)。现图幅版已于6月中旬正式出版发行,敬请读者留意。

感兴趣和需要的读者,请直接与《地质通报》编辑部联系。感谢您对本刊的关注与厚爱!

地 址:北京市西城区阜成门外大街45号中国地质调查局发展研究中心 《地质通报》编辑部

联系人:张燕如 邮 编:100037

电 话:010-68326811;68326694 电子信箱:dzhtb@263.net 传 真:010-68992582