

西台吉乃尔盐湖采卤前的水动态背景

高东林, 马海州, 张西营, 韩凤清, 周笃
(中国科学院青海盐湖研究所, 青海 西宁 810008)

摘要: 西台吉乃尔盐湖是一个特大型以地下卤水为主的多种有益组份共生的盐类矿床。根据卤水赋存状态, 可分为地表卤水(湖水)、晶间潜卤水、孔隙潜卤水和晶间承压卤水4个卤水分层。晶间承压卤水分布在湖区的广大地带, 该矿层以厚度大、分布广、富水性强为其特征, 是矿床主要的卤水矿层。观测孔高水位期多在9~10月, 低水位期多在1~5月, 全区平均水位2 681.34 m。

关键词: 盐湖; 采卤; 水动态; 西台吉乃尔

中图分类号: TD871.1 文献标识码: A 文章编号: 1008-858X(2006)03-0006-08

西台吉乃尔盐湖是以卤水锂为主, 并伴生钾、硼、镁等多种组份的大型矿产地, 其综合开发项目已经获国家核准。目前, 中信国安集团实施的一期工程建设规模已接近完成。2005年开始实施的中国科学院知识创新工程重要方向项目《盐湖水—盐体系动态过程与资源持续利用研究——以柴达木盆地那棱格勒河尾间盐湖为例》将地下卤水动态变化规律研究重点放在西台吉乃尔盐湖进行, 因此阐明此地区的地下卤水开采前的背景是项目实施过程中的基础, 本文拟就采卤前水动态背景进行总结讨论。

1 湖区卤水类型划分

西台湖锂矿床是一个特大型以地下卤水为主的多种有益组份共生的盐类矿床。西台湖是湖区内唯一的湖泊, 由于上游河流补给条件的制约, 该湖近年来已成为季节性湖泊。湖区内地下水以卤水形式在洼地赋存, 其赋存的地下卤水具有规模大、埋深小、层位多和分布叠置等特征。根据含水层底板等埋深图(图1), 地下水均赋存于40 m以上的含水介质之中, 埋藏深度由湖盆中心(埋深>30 m)向湖区边缘变浅, 与湖区走向基

本一致, 纵观全区, 含水层底板埋深大部大于10 m。根据卤水赋存状态, 可分为地表卤水(湖水 LW)和地下卤水两部分, 后者按照赋水岩层地质时代和水力性质等, 又划分出晶间潜卤水(WI)、孔隙潜卤水(WII-1)和晶间承压卤水(WII-2)3个地下卤水矿层(表1, 图2)。

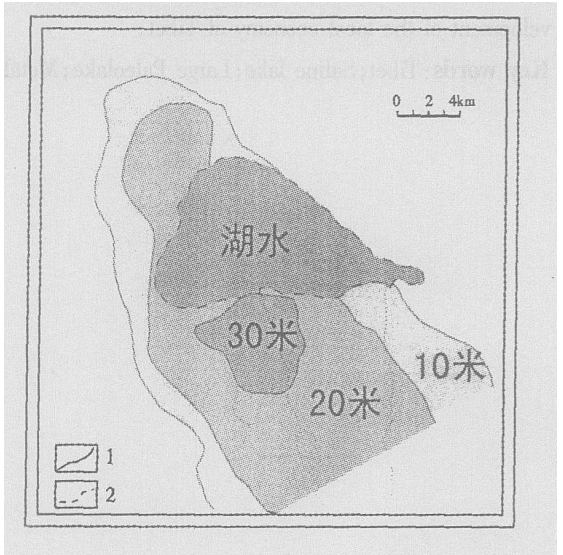


图1 西台湖含水层底板等埋深图
1. 含水层底板埋深线 2. 湖水边界线

Fig. 1 Depths water-containing partitions

表 1 西台湖地层和含水层划分对照表
Table 1 Comparison of geologic strata and water layer

赋存地层类型		地下卤水类型	
时代	主要岩性	含水层	编号
现代		湖水	LW
Q ₄	石盐	晶间潜卤水层	WI
Q ₃	含石盐的中细砂	孔隙潜卤水层	WII-1
Q ₃	含砂的石盐	晶间承压卤水层	WII-2

2 各类型卤水的分布特征和水力联系

由于上游台吉乃尔河脉冲式补给和下游河流经常性改道, 西台湖已由上世纪 50 年代的常年性湖泊演变为现在的季节性湖泊。西台湖的分布(面积)因不同年代和不同季节而具有很大的不确定性。晶间潜卤水矿层主要分布在湖区北部地段(图 2), 矿层东西长约 6 公里余, 南北宽约 5~6 km, 面积约 31 km², 含水层岩性为全新世的石盐, 在中心部位较纯, 呈乳白色, 外围含有粉砂, 结构松散。孔隙潜卤水主要分布在

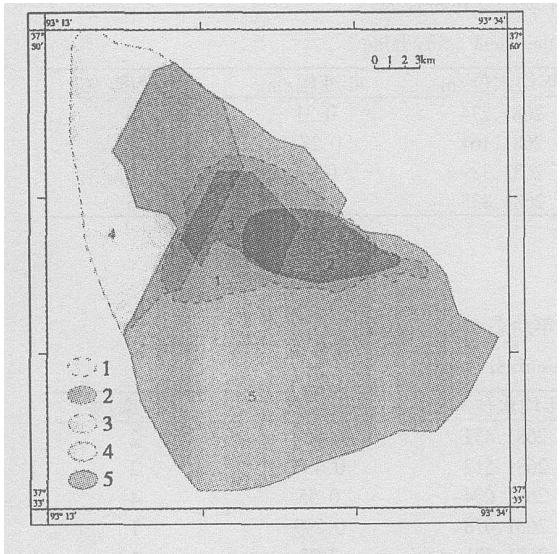


图 2 西台湖各卤水层分布位置图
1. 湖水矿(LW) 边界线(1959 年 10 月); 2. 湖水矿(LW) 边界线(2001 年 7 月); 3. 晶间潜卤水矿(WI) 边界线; 4. 孔隙潜卤水矿(WII-1) 边界线; 5. 晶间承压卤水矿(WII-2) 边界线

Fig. 2 Locations of the brine layers in the west Taijinar lake

湖区和晶间潜卤水的西侧, 面积 131 km², 主要赋存于上更新统的中粗砂和含砂石盐互层等岩层中, 卤水矿层上覆全新统的含石盐细砂。晶间承压卤矿层分布在湖区广大地带, 面积约为 370 km², 含水层岩性主要为含砂石盐和含白钠镁矾、粉细砂之石盐。

4 个卤水矿层既有独立性, 同时又有着较密切的水力联系。西台湖湖水、晶间潜卤水层和孔隙潜卤水之间并没有稳定的隔水层, 西台湖的蓄水过程, 也是晶间潜卤水和孔隙潜卤水水位抬升的过程。当晶间潜卤水水位高于孔隙卤水水位时, 晶间潜卤水补给孔隙潜卤水。这种补给一般发生在每年的 3~8 月份。晶间潜卤水有着直接的水力联系, 当湖区有了湖水后, 晶间潜卤水直接接受湖水补给。当河水对湖水的补给减少或断绝后, 在蒸发作用下, 湖水水位降低, 9 月至次年 2 月, 晶间潜卤水和孔隙卤水水位也随之降低。晶间潜卤水与晶间承压卤水层之间的隔水层在矿区中南部呈稳定的层状, 厚度 3~5m, 在湖区北部不够稳定, 岩性为含粉砂粘土或含淤泥的粘土, 厚 0.50m 左右, 局部地段甚至无稳定隔水层, 晶间潜卤水与晶间承压卤水可以连通。并且湖区还有一些小的盐溶洞, 形成隔水层天窗, 使两层水发生水力联系。晶间承压卤水主要受南、东部地下迳流的补给, 晶间潜卤水对晶间承压卤水的补给只能影响近湖局部地带, 总的趋势是晶间承压卤水顶托越流补给晶间潜卤水。孔隙潜卤水与晶间承压卤水之间没有隔水层, 它们之间的接触关系是一种含水介质岩性相变的接触关系, 实际是一个含水层两种含水介质的区别。因此, 它们之间具有同层水的那种密切水力联系。一般情况下, 晶间承压卤水补给孔隙潜卤水。总之, 地表水(湖水)、晶间潜卤水层、孔隙潜卤水层、晶间承压卤水层之间都有着相应的水力联系。湖水水位的升降, 对这些含卤水层都会产生不同程度的影响。

3 不同类型卤水水位的变化特征

3.1 地表卤水(湖水)(LW)

不同年代和不同季节测得的湖水面积变化

较大。1959 年 9 月实地测得西台湖水面积 82.4 km²，东西长 12 km，南北宽 8 km，呈一不规则三角形，湖水深最大 0.85 m，一般 0.30~0.40 m，湖的东北及西北部较浅。1988 年 7 月实地调查资料，西台湖面积小于 1 km²。2004 年 7 月~2005 年 5 月，西台湖一直有水，7 月份水面最小，小于 10 km²；而 2004 年 9 月水面最大，大于 90 km²，2004 年 10 月后，中信国安公司实施引水工程，西台湖一直未进水，由于蒸发作用，湖水面逐步枯萎，到 2005 年 5 月，湖水基本干枯。西台湖发生如此大的变化，除气候变化影响因素外，主要与台吉乃尔河改道和河水补给量变化有关。现在的台吉乃尔河水主要注入东台湖，只有在 3、4 月份的冰雪消融期和 6~8 月洪水季节，才有少量的河水呈间歇性补给西台湖水，或者当鸭湖水满外溢沿分流河注入西台湖。西台湖现在已无常年性水流补给，即使在丰水期，河水的补给时间也较短，并且水量较小，呈间歇性。

3.2 晶间潜卤水矿层(WI)

由于该矿层与其它各矿层皆有水力联系，特别是湖水，因此其水位变化同湖水水位存在一致性。根据 2001 年 7 月湖水调查，湖水淹没了其 14 km²，占该层面积的 45%，使湖水与晶间潜卤水连为一体。

3.3 孔隙潜卤水矿层(W II-1)

孔隙潜卤水矿层主要分布在湖区和晶间潜卤水的西侧。该矿层水位埋深 0.30~3.13 m，中间部位由于地形较高，水位埋深较大，最大达 3.13 m，边缘地带埋深较小，为 0.30~0.50 m。该层卤水的长观孔有 4 个，即观 2、观 3、观 4 和观 5，进行了一个水文年的长观工作。水位年变幅 0.283~0.518 m。水位动态曲线皆为平缓型，年变率(水位年变幅/含盐岩层厚度×100%) 在 1%~6% 之间，属稳定型矿层，水位变幅由南向北递减。高水位期多出现在 9、10 月，低水位期多次出现在 1~3 月(表 2)。

表 2 孔隙潜卤水水位年动态变化特征表

Table 2 Level variation of the latent cavity brine

孔 号	最高水位/ m	最低水位/ m	年均水位/ m	年变幅/ m	年变率/ %
观 2	2681.45	2681.14	2681.274	0.31	6
观 3	2681.297	2681.014	2681.161	0.283	1
观 4	2681.56	2681.19	2681.389	0.37	2
观 5	2682.158	2681.64	2681.835	0.518	6

表 3 晶间承压卤水水位年动态变化特征表

Table 3 Level variation of the pressurized intercrystalline brine

孔号	最高水位/ m	最低水位/ m	年均水位/ m	年变幅/ m	年变率/ %
观 8	2681.605	2681.017	2681.431	0.588	2
观 18	2681.52	2681.279	2681.512	0.451	2
观 22	2681.45	2680.90	2681.094	0.55	4
观 23	2681.308	2681.009	2681.078	0.299	1
观 24	2682.23	2681.50	2681.701	0.73	4
观 25	2681.07	2680.62	2680.916	0.45	5

3.4 晶间承压卤水矿层(W II-2)

矿层分布在湖区的广大地带，该矿层以厚度大、分布广、富水性强为其特征，是矿床主要的卤水矿层。晶间承压卤水层有 7 个长观孔，

即观 8、观 18、观 22、观 23、观 24 和观 25。2000~2001 年度水位年变幅为 0.299~0.73 m。水位动态曲线亦属平缓型，年变率 1%~5%，属稳定型矿层。高水位期多在 9~10 月，低水位期多在 4~5 月(表 3)。观 8、观 22 等近湖地带

诸孔, 由于受湖水升降及补给的影响, 水位变幅皆大于0.5 m。

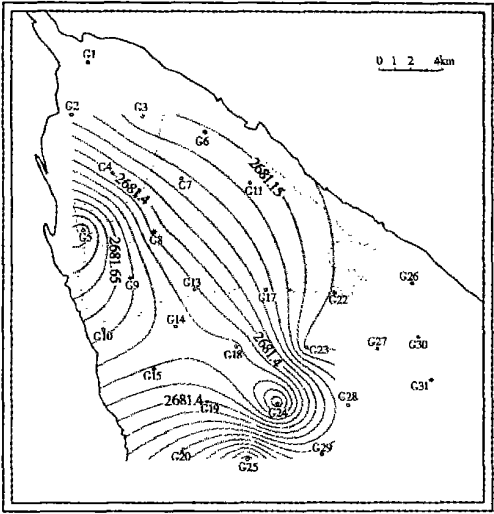


图 3 西台湖 2001 年平均水位等值线图
Fig. 3 Isolines of the average level in the year of 2001

4 总 结

1. 那陵格勒河为本区地下水的主要补给

源, 地表水汇集于西台低洼地带, 以强烈的水面和地面蒸发的形式排泄, 伴随着盐类沉积, 形成了以盐类晶间为贮水空间的晶间卤水含水层, 偶然通过苦水沟少量排泄到一里坪地区。

2 根据卤水赋存状态, 可分为地表卤水(湖水)、晶间潜卤水、孔隙潜卤水和晶间承压卤水 4 个卤水层, 其中晶间承压卤水层以厚度大、分布广、富水性强为其特征, 是矿床主要的卤水矿层。

3. 地表水(湖水)、晶间潜卤水层、孔隙潜卤水层、晶间承压卤水层之间都有着相应的水力联系。湖水位的升降, 对这些含卤水层都会产生不同程度的影响。

4. 根据已有的观测孔资料, 水位年变幅 0.283~0.73 m, 最低水位 2 680.62 m, 最高水位 2 682.23 m, 年变率 1%~6%。高水位期多在 9~10 月, 低水位期多在 1~5 月, 全区平均水位 2 681.34 m。

感谢: 感谢中信国安集团提供相关的地质资料以及张明刚副研究员对本文仔细阅读并提出宝贵的修改意见。

Hydrokinetic Background of West Taijinar Salt Lake before Its Exploitation

GAO Dong-lin, MA Hai-zhou, ZHANG Xi-ying, HAN Feng-qing, ZHOU Du-jun
(Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China)

Abstract: West Taijinar Salt Lake is a large-scale salt mine, mainly composed of underground brines with various valuable component elements. In terms of their states of existence, the brines can be categorized into 4 layers, namely, surface brine(lake water), latent intercrystalline brine, latent cavity brine, and pressurized intercrystalline brine. The pressurized intercrystalline brine, which occupies most of the lake area, is the major mineral storage layer of the mine. The observation bores showed that the brine level is generally high from September to October, whereas low from January to May. The average level is 2681.34 m.

Key words: Salt lake; Exploitation of brine; Hydrokinetics

《盐湖研究》合订本征订启事

《盐湖研究》是原国家科委批准的学术类自然科学期刊,由中国科学院青海盐湖研究所主办,科学出版社出版,1993 年创刊并在国内外公开发行。《盐湖研究》自公开发行以来,深受广大读者的厚爱,为了便于我刊读者和文献情报服务单位系统收藏,编辑部已完成 2000 年—2003 年《盐湖研究》的合订本装订工作。合订本共计 3 册,每册仅收取工本费 90 元。数量有限,欲购者请与《盐湖研究》编辑部联系,联系电话:0971—6301683。