

同位素¹³¹I 测西台吉乃尔湖矿区含水层地质参数

杨海镇^{1,2,3}, 马海州¹, 高东林¹

(1. 中国科学院青海盐湖研究所, 青海 西宁 810008;

2. 青海师范大学地学院, 青海 西宁 810008; 3. 中国科学院研究生院 北京 100049)

摘要:盐湖区的水文地质参数特性与淡水区迥然不同。同位素示踪法可以利用西台盐湖区已有的长观井, 机动灵活的随时监测含水层水文地质参数; 由于介质的特殊性以及卤水性质的垂直差异性, 造成水文地质参数的时空可变性; 测试结果表明, 对于完整井以及深的非完整井, 该方法切实有效, 但对于很浅的非完整井, 测试结果具有很大的随机性。最后, 根据测试结果以及有关的水文地质资料, 把研究区分成7个渗透系数分区。

关键词:放射性同位素; 水文地质参数; 西台吉乃尔

中图分类号: P 641.464

文献标识码: A

文章编号: 1008-858X(2008)01-0008-04

0 前言

在盐湖岩盐渗透性工作之中, 采用放射性同位素¹³¹I 测定方法, 具有投资少, 周期短, 布点灵活, 机动强的特点。用这种方法得到的结果, 可以弥补传统的抽水实验法测定含水层地质参数所具有投资大, 周期长, 不便连续监测的缺点, 适宜对盐湖地区水文地质参数变化的盐岩进行连续测试。

1 研究区概况

西台吉乃尔(以下简称西台)湖锂矿矿区位于青海省柴达木盆地中部, 为四周构造所围圈的相对封闭的湖盆。湖区内地形平坦, 海拔高度约2 680 m。西部及北部为剥蚀堆积平原, 呈北西向排列的风蚀残丘地形。湖区东部为盐积平原, 地表由风积沙和湖泊化学沉积的食盐组成。南部为冲洪积、湖积的砂质粘土组成的湖

积平原, 地表遍布南北向间歇性河流, 地形坡度35%左右。在湖相地层出露地段, 发育有波状坡地, 高差5~8 m。在原湖水覆盖区的北岸和南岸有湖岸阶地发育, 北岸阶地高差较南岸阶地为大, 湖区地形是由四周较高地形圈围的半封闭的洼地。

西台湖区内地下水以卤水形式在洼地赋存。根据地质勘测, 地下水均赋存于40 m以内的含水介质之中, 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, 含水层底板埋深大多大于10 m。西台湖卤水矿具有规模大、埋深小、矿层多和分布叠置等特征。根据赋存状态, 可分为地表卤水矿和地下卤水矿两部分。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(W I)、孔隙潜卤水(W II-1)和晶间承压卤水(W II-2)3个地下卤水矿层。晶间潜卤水主要分布在现代湖水分布区的西部, 面积约30.8 km²。孔隙潜卤水主要分布在湖区和晶间潜卤水的西侧, 主要分布在湖区西部, 厚度最大

收稿日期: 2007-04-16; 修回日期: 2007-12-05

作者简介: 杨海镇(1973-), 男, 回, 青海民和县人, 主要从事遥感地理信息系统及水文地质研究工作。

25.56 m, 向边缘逐渐变薄乃至尖灭, 含水层一般厚度 10~15 m。地下水位埋深最大可达 3.13 m, 一般为 1~2 m, 总趋势由东向西增大。矿区地表河流有西台河与分流河, 二者均为那陵格勒河下游的季节性河流。

2 放射性同位素测水文地质参数的原理

同位素单孔稀释法测定地下水流速, 是对井孔滤水管中的地下水用少量示踪剂 ¹³¹I 标记, 标记后的水柱示踪剂浓度不断被通过滤水管的含水层渗透水流稀释而降低, 其稀释的速率与地下水渗透速度有关, 其公式为

$$V_f = \frac{\pi r_1}{2\alpha} \ln \frac{N_0}{N_t}$$

式中, V_f 为地下水渗透速度, 单位为 m/d ; r_1 为过滤管的内半径, 单位 m ; N_0 为同位素初始浓度 ($t=0$ 时) 计数率; N_t 为 t 时刻同位素浓度计数率; α 为流场畸变校正系数; t 为同位素浓度从 N_0 变化到 N 所需的观测时间。

通过测定不同时刻 t 的计数率 N , 即可计算出渗透速度 V_f 。在渗透流速测试时, 同时测得试验孔处的水力坡度, 就可根据达西定律 $K_f = V_f/I$, V_f 为地下水渗透速度, I 地下水水力坡度, 进一步求取含水层的渗透系数。流场畸变校正系数 α 是由于含水层中钻孔的存在, 引起滤水管附近地下水流场产生畸变而引入的一个参变量, 其物理意义是地下水进入或流出滤水管的两条边界流线, 在距离滤水管足够远处两者平行时的间距与滤水管直径之比。在均匀流场且井孔不下过滤管、不填砾的基岩裸孔中取 $\alpha = 2^{[1-2]}$ 。

3 数据处理及其结果

根据同期的地下水长观资料, 做出 2006 年 9 月地下水等水位图, 见图 1, 再由达西定律, 求出 2006 年 9 月地下水水文地质参数, 见表 1, 根据计算结果, 结合研究区的水文地质资料, 可以把研究区分成七个渗透系数分区, 见图 2。

从测试结果可以看到, 观 6、观 7 井的数值

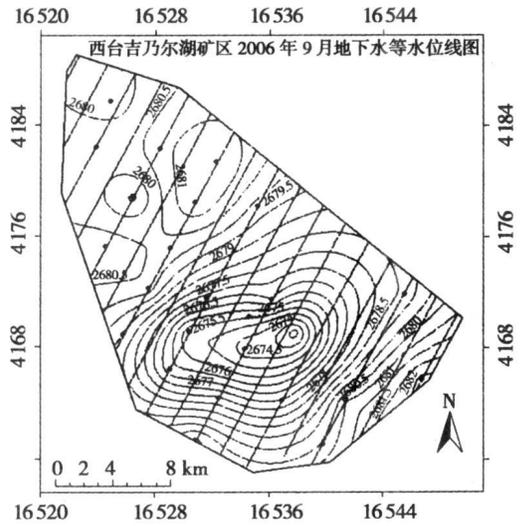


图 1 西台乃尔吉湖矿区 2006 年 9 月地下水等水位线图
Fig. 1 The water isoline chart of the underground water in the West Taijinar salt lake mining area in Sep., 2006

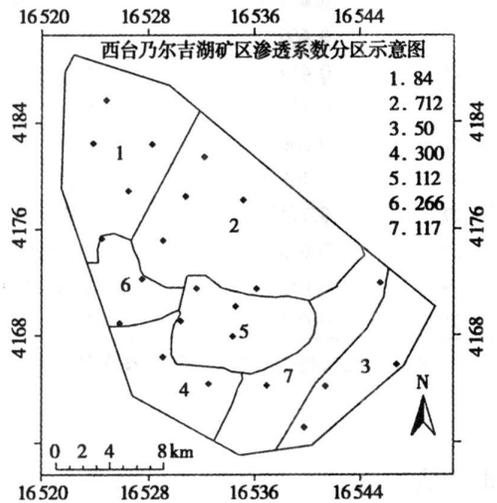


图 2 研究区渗透系数分区图
Fig. 2 Distribution map of the permeability coefficients of the studying area

明显高与别的井。这主要是这两口井处于湖表水与晶间卤水强烈交换的区域, 这一区域的地下水流速较快。另外, 观 6 井深只有 2.3 m, 观 7 井深有 3.7 m, 且都处于表层的晶间卤水区, 所以这几个井测出来的地下水流速都是表层水的流速, 而不是深层水或与深层水经过几何平均后的流速, 因此, 这几个井的数据不能代表整个含水层, 仅代表表层水的流速。并且, 由于这一

区域地表水与晶间卤水进行强烈的交换,水位数据变化很快,但整个测试周期近 20 d,引用的水位数据是 3 d 内测得,再加上 6、7、8 三个月是一个水文年中水位变化最剧烈的时候,导致水位数据也有一定的出入。以上原因造成这几个井的测试结果具有很强的随意性。

在渗透系数分区图中,1 区基本上以孔隙卤水为主;2 区是湖表水与晶间卤水强烈交换

的区域;3 区是矿区边缘地带,有季节性的西台河与分流河补给,5 区目前是主要的降水漏斗分布区域;7 区主要是盐田分布区。4、6 区是过渡区域。同样,2 区的数据远远高于其他区,这也是与 6 号、7 号观测井的数据高相关。其他数据与察尔汗区的数据相比较^[3],本地的地质情况与抽水实验结果相对比,都较为合理。

表 1 2006 年 9 月西台吉乃尔湖矿区实测水文地质参数

Table 1 Hydrogeological parameters of the West Taijinar salt lake mining area tested in Sep., 2006

孔号	渗流速度 $V_f/(m/d)$	水力坡度	渗透系数 $K/(m/d)$	Drost 方程较正值/(m/d)
1	0.021	0.000 206	99.94	84.95
3	0.044	0.000 305	143.63	122.09
4	0.078	0.000 542	143.20	121.72
6	0.359	0.000 301	1 192.23	1 013.39
7	0.575 97	0.000 544	1 057.85	899.17
8	0.093	0.000 297	313.50	266.47
10	0.466	0.001 028	453.48	385.46
13	0.419	0.000 988	181.71	154.45
15	0.465	0.001 075	432.48	367.61
17	0.369	0.001 436	256.61	218.12
18	0.101	0.00 059	170.52	144.94
19	0.134	0.001 031	129.88	110.40
24	0.053	0.000 588	90.20	76.67
29	0.051	0.000 291	174.18	148.05
31	0.022	0.000 584	37.23	31.65

* 水位数据来自中信国安青海科技有限公司,渗透速度原始数据来自课题组西台实测

4 结 论

a. 测试井的性质与测试结果密切相关。从测试结果来看,完整井及深的非完整井的测试结果分布合理,而浅的非完整井的测试数据很不合理。整个测试的结果中,观 6 井与观 7 井的数据异常,而这两口井都是很浅的非完整井。再加上这两口井处于地表水与地下水交换强烈的地带,所以这两口井的数据偏大。

b. 卤水理化性质的垂直差异性造成含水层水文参数变化的原因。卤水物理化学性质、密度以及粘滞系数具有很强的垂直差异,上层的小,下层的卤水大,所以上层的水流动性比

下层的强,这也是造成浅层非完整井的数据偏大的一个重要原因。

从渗透系数分区来看,数值最高的 2 区位于湖表水与晶间卤水强烈交换的地区,最低的区域是 1 区与 3 区,1 区主要是孔隙卤水,这里含水层组成砂成分多。而 3 区由于地下水含水层的水流动速度极慢,组成也是含较多的砂的盐岩。而作为含水层最厚的 5 区,为主要的采卤区,渗透系数达 112 多,比察尔汗区的渗透系数略小,但与抽水实验结果相符合。

c. 根据实测渗透系数,结合研究区地质资料,可以把研究区划分为七个渗透系数分区,为进一步的地下水数值模拟服务。

该工作得到了中信国安青海科技有限公司

的大力支持,以及盐湖所张明刚研究员的悉心指导,在此深表感谢!

参考文献:

[1] 刘光尧. 用放射性同位素测定含水层水文地质参数的方

法(上)[J]. 勘察科学技术, 1997(1): 21-27.

[2] 刘光尧. 用放射性同位素测定含水层水文地质参数的方法(下)[J]. 勘察科学技术, 1997(2): 3-8.

[3] 于升松,等. 察尔汗盐湖首采区钾卤水动态及其预测[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

Measurement of the Hydrogeological Parameters in the West Taijinar Lake Mining Area by Using Radioisotope ¹³¹I

YANG Hai-zhen^{1,2,3}, MA Hai-zhou¹, GAO Dong-lin¹

(1. Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China;

2. College of Biology and Geology Sciences, Qinghai Normal University, Xining 810008, China;

3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The hydrogeological parameter characteristics in salt-lake area are different apparently from that in fresh-water area. The isotope tracing method can be used flexibly to measure the hydrogeological parameters of the aquifer at any time with the help of the existed long observing wells in the West Taijinar lake area. As a result of the particularity of the medium and the vertical difference of the brine property, the space-time variability of the hydrogeological parameters occurs. The testing results showed that the method was practical and effective for fully penetrated and deep partially penetrated wells, while there existed big randomness for shallow partially penetrated wells. The studying area was divided into 7 permeability coefficient divisions based upon the testing results and the relevant hydrogeological parameter data.

Key words: Radioisotope; Hydrogeological parameters; West Taijinar

《盐湖研究》06~07 年合订本征订启事

《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人。《盐湖研究》自公开发行人以来,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 2006 年~2007 年《盐湖研究》的合订本装订工作,共 1 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。