

额济纳三角洲地下水现状分析

罗芳¹, 肖洪浪¹, 齐善忠², 李守中¹

(1. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 兰州 730000;

2. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所 沙漠与沙漠化重点实验室, 兰州 730000)

摘要: 根据野外实地考察、地下水采样和分析数据, 从空间尺度上, 分析了额济纳绿洲地下水的埋深和电导率 (Electrical Conductivity, EC), 得出了额济纳三角洲地下水的现状特征: 自狼心山向居延海地下水埋深和电导率均成增加趋势, 自湖盆向外, 呈减小趋势; 自西向东横跨黑河的方向上, 以达镇为界, 地下水埋深和电导率呈减小趋势。

关键词: 额济纳绿洲; 地下水; 电导率 (EC)

中图分类号: S 273.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)01-0056-03

Changeable Characteristics of Groundwater and Salt in Erjina Oasis, Arid Northwestern China

LUO Fang¹, XIAO Hong-lang¹, QI Shan-zhong², LI Shou-zhong¹

(1. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China; 2. Key Laboratory of Desert & Desertification, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Based on field investigation and selected data on electric conductivity (EC) of the groundwater in Ejina oasis, the study analyzed the water depth and the electrical conductivity of the groundwater in 2002 at the scale of the space. The results indicated that the variation of the depth and the EC of groundwater of whole Ejina oasis increase with the latitude, decrease from lake basin and descent from Dalakubu town along longitude.

Key words: Erjina oasis; groundwater; EC (electrical conductivity)

干旱荒漠绿洲地区, 特别是额济纳绿洲的生态环境问题, 已引起了社会各界与学者的普遍关注和高度重视^[1-5]。水是维持绿洲生存和生态环境平衡发展的重要因素, 干旱区水资源的质和量决定了额济纳荒漠绿洲的生态、规模、稳定程度以及开发利用的模式^[6,7]。但是由于全球气候干旱化趋势的影响^[8], 加之黑河上中游地区需水量的日益增加, 导致黑河下游地区生态环境急剧恶化, 致使额济纳绿洲地区湖泊干涸、水质恶化, 地下水矿化度升高, 土壤盐化加重, 河岸胡杨林和灌木大片枯亡等一系列环境问题^[9-11]。本文通过分析额济纳荒漠绿洲地下水埋深和电导率的现状, 以期对额济纳绿洲治理生态环境退化方面提供一点理论依据。

1 研究材料和方法

1.1 研究区概况

额济纳绿洲, 位于 99°25' ~ 102°00' E, 40°10' ~ 42°30' N, 地处内蒙古自治区阿拉善盟最西端, 南与甘肃省相邻, 北抵

中蒙边境, 西为马鬃山剥蚀山地, 东接巴丹吉林沙漠。该区深居内陆, 为典型的大陆性气候, 降水稀少, 蒸发强烈, 温差大, 年均气温 8.3℃, 年降水量小于 50 mm^[2]。源于祁连山的黑河是流入额济纳绿洲的惟一季节性河流, 额济纳冲积三角洲沙漠边缘分布着古日乃湖、拐子湖两大湖盆洼地, 绿洲北部的东西居延海是黑河的集水地。地下水埋藏一般较浅, 现代地形为内流盆地, 地表水系不发育^[12], 地下水径流条件不好, 地下水水质较差。全区地形由西南向东北倾斜, 呈四周高、中低平状, 分成三角洲、沙漠、和周围山地, 海拔在 898 ~ 1598 m 之间。植被主要以旱生的灌木和半灌木为主, 还有胡杨、沙枣等乔木。地带性土壤主要是灰棕漠土, 非地带性土壤主要为盐碱土。盐土主要分布在干湖盆。

1.2 研究方法

水样的采集点的布置有两条路线: 一是沿东西两河由狼心山到东西居延海, 另一是沿西戈壁—中戈壁—东戈壁横跨黑河。同时, 考虑到空间分布, 我们在整个研究区的各个位置

① 收稿日期: 2004-06-23

基金项目: 中国科学院知识创新项目“黑河水环境演变”(KZCX1-09-05)

作者简介: 罗芳 (1976-), 女, 山东淄博人, 博士研究生, 主要从事干旱(沙)区水土资源、生态水文研究。

(戈壁、扇缘、河道、河岸、尾闾湖等)都进行了水样采集,各采样点之间的距离范围控制在 5~10 km(图 1)。共采集地下水水样 121 个,泉水水样 7 个,残留水域水样 5 个,测坑水样 21 个,潜水井水样 76 个,机井水样 12 个。

现场测定采集水样点的经纬度位置、高程、地下水埋深以及电导率(Electrical Conductivity, EC 单位为 mS/cm)。水样点的定位采用 GPS。电导率的测定所用仪器为 WP-84 手持式 Waterproof Conductivity - Salinity - Temperature Meter (TPS Pty Ltd., Australia, 2001 年生产),因测定 EC 是在现场测定,并未达到标准温度 25 $^{\circ}\text{C}$,故本研究中外地下水的 EC 值是根据温度校正系数作换算后得到的结果^[13]。地下水埋深用电导率测定仪所附带的测绳测定。

2 现状分析

全区地下水的埋深和 EC 自南向北均呈增加趋势(图 2)。从狼心山至东西居延海,地下水埋深逐渐增大。最大值出现于苏苏木,为 15 m。

全区地下水 EC 的最高值出现于柴达木湖盆,2 个最高值 200.584 3 mS/cm 、133.88 mS/cm 未在图上标出;自南向北,地下水的电导率呈有规律的增加;南部狼心山一带取值范围大约在 1~3 mS/cm 之间,北部湖区大约在 3~5 mS/cm 之间;黑河尾闾湖西居延海地下水的 EC 为 95.476 7 mS/cm (未在图上标出)。

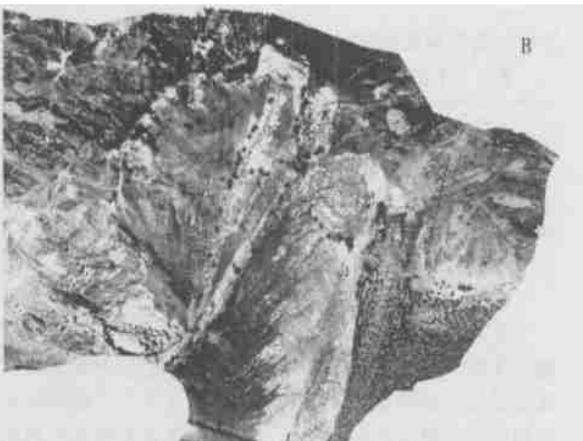


图 1 2002 年地下水水样地点位置图

2.1 纬向变化

自狼心山延黑河向下,地下水埋深和 EC 也呈增加趋势

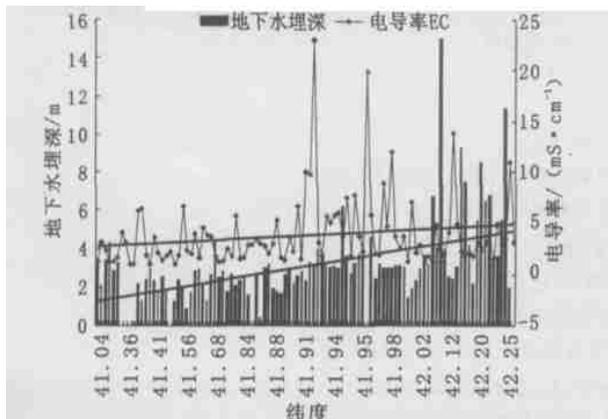


图 2 额济纳三角洲地下水埋深和电导率沿纬向的变化

(图 3)。东河地下水埋深最大值 11.36 m 出现于 1 号山。平均地下水埋深为 4.11 m。EC 从狼心山的 0.5~2 mS/cm ,到东居延海上升到 3.5~5.0 mS/cm ,其最高值为 13.792 4 mS/cm ;东居延海剖面所取水样的 EC 值为 10.962 6 mS/cm ,最低值为 0.933 4 mS/cm ,取自木吉湖,所有水样 EC 的平均值为 3.107 9 mS/cm 。

西河地下水的埋深的最大值是 9.28 m,位于西戈壁。平均地下水埋深为 3.06 m。EC 从狼心山的 1~3 mS/cm ,到西居延海上升到 4.0~5.5 mS/cm 。西居延海剖面所取水样 EC 为 95.4767 mS/cm (未在图上标出)。所有水样 EC 的平均值为 6.778 7 mS/cm 。

通过东河西河的地下水埋深和 EC 的对比,发现东河的平均地下水埋深大于西河。而西河的 EC 明显高于东河,且东河地下水 EC 增大的规律性较为明显,而西河差异较大。沿河的变化,东河的最大值点出现于 42 $^{\circ}$ 07'21.83"N,而西河出现于 41 $^{\circ}$ 57'12.72"N,地点比西河偏更偏向下游。

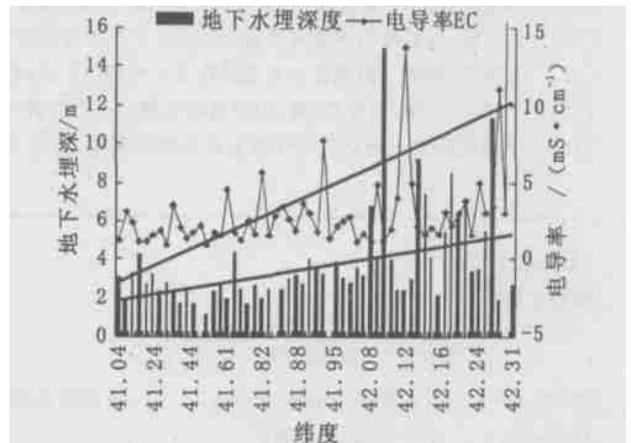


图 3 狼心山-居延海地下水埋深和电导率沿纬度变化

自湖盆向外,地下水埋深和 EC 均有减小趋势,全区的 EC 的最大值即出现于柴达木湖盆。

2.2 经向变化

自西向东(西戈壁-中戈壁-东戈壁)地下水埋深和 EC 总的变化趋势不甚明显(图 4)。但是明显以达镇为界,向东向西地下水埋深和 EC 明显减小。

东西向地下水埋深的最大值 6.22 m 出现于中戈壁,EC 的最高值 23.02 mS/cm 出现于中戈壁的西部裸露的水域。

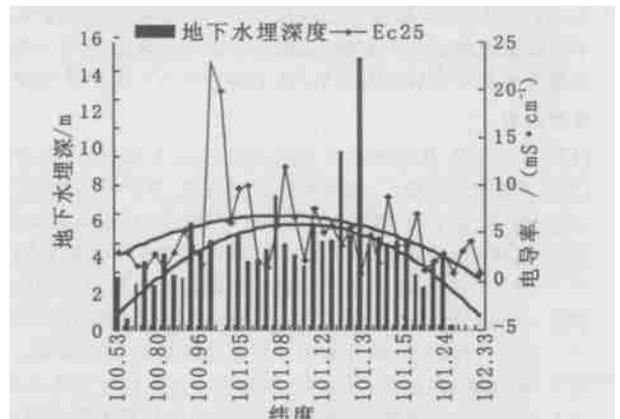


图 4 西戈壁-中戈壁-东戈壁-拐子湖地下水埋深和电导率沿经度变化

3 结 论

从前面的现状分析能够看出: 自狼心山向东西居延海地

下水埋深和 EC 均增大。与西河相比, 东河的地下水埋深和 EC 均高于西河。东西向来看, 以达镇为界, 地下水埋深和 EC 分别向两侧减小。

参考文献:

[1] 中国科学院地学部. 西北干旱区水资源考察报告: 关于黑河、石羊河流域合理用水与拯救生态问题建议[J]. 地球科学进展, 1996, 11(1): 1- 4.

[2] 龚家栋, 程国栋, 张小由, 等. 黑河下游额济纳地区的环境演变[J]. 地球科学进展, 2002, 17(4): 491- 495.

[3] 王明远, 姚云峰, 王林和. 额济纳荒漠绿洲环境容量与环境影响评价[J]. 林业科学研究, 2000, 13(6): 673- 678.

[4] 孙文新, 曾群柱. 黑河下游干旱地区环境变化研究[J]. 中国沙漠, 1997, 17(2): 149- 153.

[5] 胡春元, 李玉保, 高永, 等. 黑河下游生态环境变化及其与人类活动的关系[J]. 干旱区资源与环境, 2000, 14(增刊): 10- 14.

[6] 中国科学院兰州沙漠研究所黑河流域水资源考察队. 黑河流域水资源合理开发利用的研究[J]. 中国沙漠, 1987, 7(4): 12- 21.

[7] 郭英卓. 黑河下游水资源变化对生态环境的影响分析[J]. 海河水利, 2000, (增刊): 7- 8.

[8] 施雅风, 张祥松. 气候变化对西北干旱区地表水资源的影响和未来趋势[J]. 中国科学(B 辑), 1990, 25(9): 968- 977.

[9] 朱震达, 刘述, 高前兆, 等. 内蒙古西部古居延- 黑城地区历史时期环境的变化与沙漠化过程[J]. 中国沙漠, 1983, 3(2): 1- 8.

[10] 刘亚传. 居延海的演变与环境变迁[J]. 干旱区资源与环境, 1992, 6(2): 9- 18.

[11] 陈隆亨. 黑河下游地区土地荒漠化及其治理[J]. 自然资源, 1996, 1: 35- 43.

[12] 于守忠, 李博, 蔡薇祺, 等. 内蒙古西部戈壁及巴丹吉林沙漠考察[J]. 治沙研究, 1956, 第 3 号: 96- 108.

[13] 中科院南京土壤研究所土壤系统分类课题组. 土壤实验室分析项目及方法规范[M]. (中国土壤系统分类用), 1991, 68- 71.

(上接第 55 页)

布形式如下:

$$m = \frac{a + cz + ez^2 + gz^3 + iz^4}{1 + bz + dz^2 + fz^3 + hz^4 + jz^5}$$

式中: m —— 不同高度层中的输沙量(g); z —— 不同的高度层(cm); $a b c \dots j$ —— 不同的参数。

表 1 不同风速下输沙量分布函数表达式各参数值

| 风 速 ($m \cdot s^{-1}$) | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | R^2 |
|-----------------------------|----------|---------|--------|---------|----------|---------|-------|---------|---------|-------|--------|
| 8 | - 22. 78 | 46. 86 | 37. 03 | - 8. 10 | - 11. 68 | - 0. 31 | 1. 23 | - 0. 04 | - 0. 03 | 0. 02 | 0. 997 |
| 12 | 0. 53 | - 0. 69 | 0. 17 | 0. 20 | - 0. 01 | - 0. 01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0. 998 |
| 16 | - 24. 41 | 4. 53 | 48. 11 | - 0. 77 | - 3. 91 | 0. 10 | 0. 14 | 0 | 0 | 0 | 0. 998 |
| 20 | 3. 87 | 1. 30 | 0. 84 | - 0. 89 | - 1. 95 | 0. 25 | 1. 28 | - 0. 02 | 0. 02 | 0 | 0. 993 |

为了更明确地探求戈壁地表风沙流结构特征, 笔者还计算了在不同风速下同一高度层输沙量之间的相关系数。由于 8 m/s 风速太小, 风沙活动层较低, 所以只考虑另三个风速下输沙量之间的相关系数(见表 2)。在不同风速下同一高度层输沙量具有很好的相关性, 这主要是因为不同的下垫面性

参考文献:

[1] 吴正, 等. 风沙地貌与治沙工程学[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 17.

[2] 李振山, 倪晋仁. 风沙流研究的历史、现状及其趋势[J]. 干旱区研究, 1998, 12(3): 89- 97.

[3] 杨保, 邹学勇, 董光荣. 风沙流中颗粒跃移研究的某些进展与问题[J]. 中国沙漠, 1996, 19(2): 173- 178.

[4] 邹学勇, 郝青振, 张春来, 等. 风沙流中跃移沙颗粒轨迹参数分析[J]. 科学通报, 1999, 44(10): 1084- 1088.

[5] 董飞, 刘大有. 关于风沙层中颗粒垂向浓度分布规律等的思考[J]. 力学与实践, 1997, 19(6): 42- 44.

[6] 杨保, 邹学勇, 王周龙. 气流中跃移颗粒的受力分析[J]. 地理科学, 1999, 19(5): 475- 478.

[7] 黄宁, 郑晓静. 风沙流中沙粒带电现象的实验测试[J]. 科学通报, 2000, 45(20): 2232- 2235.

[8] 武建军, 何丽红, 郑晓静. 跃移层中沙粒浓度分布特征的研究[J]. 兰州大学学报, 2002, 38(3): 15- 21.

[9] 雷加强, 王雪芹, 王德. 塔里木沙漠风沙危害形成研究[J]. 干旱区研究, 2003, 20(1): 1- 6.

[10] 李丙文, 周兴佳, 黄丕振, 等. 兰新铁路沙泉子段风沙危害特点及防治[J]. 干旱区研究, 1998, 15(4): 47- 53.

[11] 邹学勇, 董光荣, 王周龙. 戈壁风沙流若干特征研究[J]. 中国沙漠, 1995, 15(4): 368- 373.

质对气流的紊动性起决定作用, 进而影响风沙流的结构。

表 2 不同风速下风沙活动层中输沙量之间的关系

| | 12 $m \cdot s^{-1}$ | 16 $m \cdot s^{-1}$ | 20 $m \cdot s^{-1}$ |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 12 $m \cdot s^{-1}$ | 1 | 0. 929 | 0. 986 |
| 16 $m \cdot s^{-1}$ | - | 1 | 0. 936 |
| 20 $m \cdot s^{-1}$ | - | - | 1 |

3 结 论

在戈壁地表, 由于沙颗粒与砾石发生碰撞, 沙颗粒浓度随高度的分布不再简单的服从对数关系递减, 其极值出现的高度随风速的增加而上移, 呈现“象鼻效应”; 不同高度风沙活动层内沙颗粒浓度与其对应高度的风速具有很大的相关性; 随风速的增加, 距离地表 20 cm 范围内, 沙颗粒浓度变化很大, 超过 20 cm 高度, 基本上处于稳定状态, 也就是说, 戈壁地表对携沙气流能量分布的影响主要集中在距地表 20 cm 范围内。