

石河子市区南部地下水异常带成因及其对环境的影响

周金玲 栾志刚

(新疆兵团勘测规划设计研究院 新疆 石河子 832000)

摘要 石河子南部低山区基岩裂隙水水质较差,导致该市区南部地下水深埋带水质矿化度偏高。通过对石河子市区 40 年来地下水动态变化的分析,指出南部高矿化水可能会因过度开采而引发市区水环境的改变,建议增大地表水对市区地下水的补给量,以优化该市水资源配置。

关键词 地下水深埋区 水质 淡水水源 等水位线 地下水环境

中图分类号 P641.3 **文献标识码** A **文章编号** 1004-693X(2005)06-0059-04

Causes of abnormal groundwater belt in the south region of Shihezi City and its environmental impact analysis

ZHOU Jin-ling, LUAN Zhi-gang

(Reconnaissance, Planning and Design Institute of Xinjiang Corps, Shihezi 832000, China)

Abstract Water quality of bedrock fissure water in low mountain area is relatively bad in the south part of Shihezi, and it leads to high degree of mineralization of deep groundwater. Analysis of dynamic changes of groundwater over the past 40 years in Shihezi shows that excess exploitation of groundwater with high mineralization degree in South Shihezi may change the urban water environment. Suggestion of increasing the surface water replenished to the groundwater was proposed for the optimization of water resources allocation.

Key words deep groundwater; water quality; fresh water source; water level contour; groundwater environment

1 基本概况

石河子市地处天山北麓、玛纳斯河西岸,1998 年城市规划面积 135 km²,建成区面积 25.7 km²,现有城镇人口 29.89 万。工业主要有棉纺、造纸、化工、电力等,年总产值逾 22 亿元。随着城市北扩南建的迅猛发展,其生活、工业及环境生态用水量呈直线上升。石河子城市用水主要依赖于地下水,地表水仅是季节性补充。市区自 20 世纪 70 年代至今,地下水水位下降了 12~24 m,多年平均降幅 0.47 m/a,其同一标高的地下水位已向南平均推移了 7~18 km。虽然近几年市政府采取控制措施,严格执行取水制度,但地下水位仍呈持续下降状态。据 2003 年调查,G312 国道北地下水开采量已超过 0.5 亿 m³,其中位于城市东南部集中开采区的自来水厂、152 团

及石河子乡的年开采量超过 0.3 亿 m³,在自来水厂—马家坪一带形成一明显的降落漏斗^①,且地下水流场与 20 世纪 60 年代和 80 年代对比已有变化。而上游地下水深埋区^[1]受山前高矿化基岩裂隙水补给影响,水质较差,如不采取有效措施,可能会导致高矿化水的侵入,造成城市用水水质变差。

2 市区水文地质条件

2.1 区域水文地质

本区域在喜马拉雅山构造期运动时,从中—新生界基底上发育了 3 排纬向排列的褶皱构造^[2],市区南部的玛纳斯山属第二排背斜构造,该山体海拔 600~1000 m,由透水性较弱的第三系泥岩、泥质砂岩和砂砾岩组成,与其南部紧靠天山主脉的第一排背斜平行,其间的向斜洼地沉积了巨厚的第四纪砂

作者简介:周金玲(1966—),女,新疆石河子人,高级工程师,从事水文地质勘察与管理工作。E-mail:luan122@sohu.com
① 刘峰,周金玲,赵忠贤,等.新疆天富热电股份有限公司 4×125 MW 热电联产项目供水水文地质勘察报告.新疆兵团勘测规划设计研究院,2004.

卵砾石和半胶结砾岩,使山区河流在流经洼地途中大量渗漏,形成石河子南部山间洼地“地下水库”^[3],其分布面积约 700 km²,第四系含水层厚度 200 m 左右,地下水储量相当丰富。但该地下水在向北部渗流的过程中,受玛纳斯山阻挡,山区地下水向倾斜平原区的渗透补给滞缓且微弱。石河子市区南部地质构造概况见图 1。

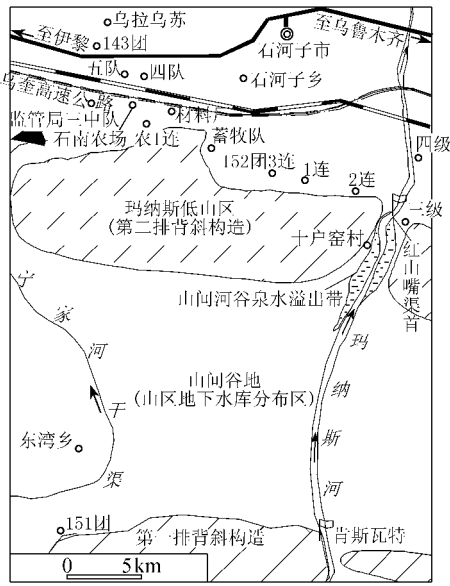


图 1 石河子市南部地质构造

本区所处的地理环境和流域地质特征决定了其地下水主要依赖于流经市区东界的玛纳斯河水补给,其次才是第三系基岩裂隙水的渗透补给。

石河子市位于玛纳斯河冲洪积扇中下部,海拔 360 ~ 600 m,地势由南东向北西倾斜,坡度 1.0% 左右,其下为巨厚的第四纪冲洪积物,其厚度达 400 m 以上,地下水以孔隙潜水形式赋存。

玛纳斯河接受融冰雪水补给,自红山嘴出山口后,由南向北穿越市区东界(该段河道长约 40 km)排往下游平原区,河道全长 324 km。据玛纳斯河红山嘴水文站资料,1955 ~ 2001 年多年平均径流量为 13.10 亿 m³/a,最大洪峰流量达 1095 m³/s (1999 年实测),6 ~ 8 月洪水期水量占全年的 67%,而枯水期(11 月至翌年 4 月)水量只占全年的 14%,玛纳斯河红山嘴渠首年引水率在 70% 以上,渠首以下河床内年径流量约为 3.2 亿 m³。

2.2 地下水埋藏赋存特征

石河子市市区地下水埋深变化较大,G312 国道北埋深多小于 20 m,铁路以南一般大于 100 m,主城区一般在 50 ~ 70 m。这决定了区内地下水的补给以水平侧向补给为主,垂向上因水位埋深较大,其入渗补给相当微弱。由此分析,市区东界的玛纳斯河渗

漏形成的地下潜流与市区南部山前微弱的基岩裂隙水汇流后,形成的地下径流由东南向西北方向水平侧向补给市区地下水。

由于玛纳斯河上游的人工引水量居高不减,而市区地下水又大量开采,这些人为因素导致市区地下水位持续下降,引起地下水流场发生变化,即补给源和补给途径已在发生变化。根据新疆兵团勘测规划设计研究院(以下简称兵团院)2004 年 1 ~ 3 月进行的市区地下水位调查结果:市区地下水流向在东南边界和西北边界基本呈东南—西北向,而在东北边界和西南边界则呈向市中心偏东南汇流的趋势,形成以石河子自来水厂—马家坪村为中心的“马鞍形”地下水水动力场,其中心区的水位比边缘低 2 m 以上,致使本区地下水流向发生了向该中心转移的倾向。石河子市不同年份地下水等水位线对比情况见图 2。

2.3 地下水水化学特征及异常带范围和成因分析

作为市区地下水主要补给源的玛纳斯河水是 HCO₃ 型低矿化度淡水,因此,市区内的地下水水质较好,矿化度一般在 0.2 ~ 0.3 g/L,各项指标均满足生活饮用水水质标准;但在市区南部与玛纳斯山交界的地下水深埋带(水位埋深大于 150 m),其矿化度明显比下游市区高,据 2003 年底至 2004 年初,兵团院在石河子火车站东南和正南约 5 ~ 7 km 的 152 团 1 连、2 连、3 连所取水样分析结果,其矿化度均大于 0.8 g/L,特别是 3 连,其矿化度已达 1.1 g/L,且水化学类型主要是 SO₄·Cl-Ca 型或 SO₄-Ca 型水。

沿地下水深埋带向东南追踪至玛纳斯河谷西岸泉水溢出带,该泉水补给源为玛纳斯山以南山间洼地“地下水库”^[3],在受到玛纳斯山阻挡后壅水在河床低阶地或河漫滩上呈条带状溢出。沿泉水溢出带、下不同断面取水样分析,结果表明泉水水质明显受第三纪岩体所含易溶盐的影响,沿河床阶地或漫滩不足 6 km 长的泉水溢出带上,其下断面的水质矿化度明显高于上断面,呈阶梯式上升。泉水水质分析结果见表 1。

同样,沿山前地下水深埋带^[1]向西发现矿化度亦居高不下,到石河子乡牧业队地下水矿化度达 1.2 g/L,尤其是到市区西南边界约 8 km 的石南农场农 1 连,其矿化度达 3.7 g/L,为咸水,水化学类型为 SO₄-Na 型,往西到石南农场场部矿化度下降到 2.2 g/L,水化学类型为 SO₄-Na·Mg 型;再向西约 2.7 km 至石河子监狱管理局三中队时,由于地下水已受到西部宁家河水的补给影响,其矿化度降低到 0.3 g/L。

为查清石南农场地下水高矿化度异常带的范围

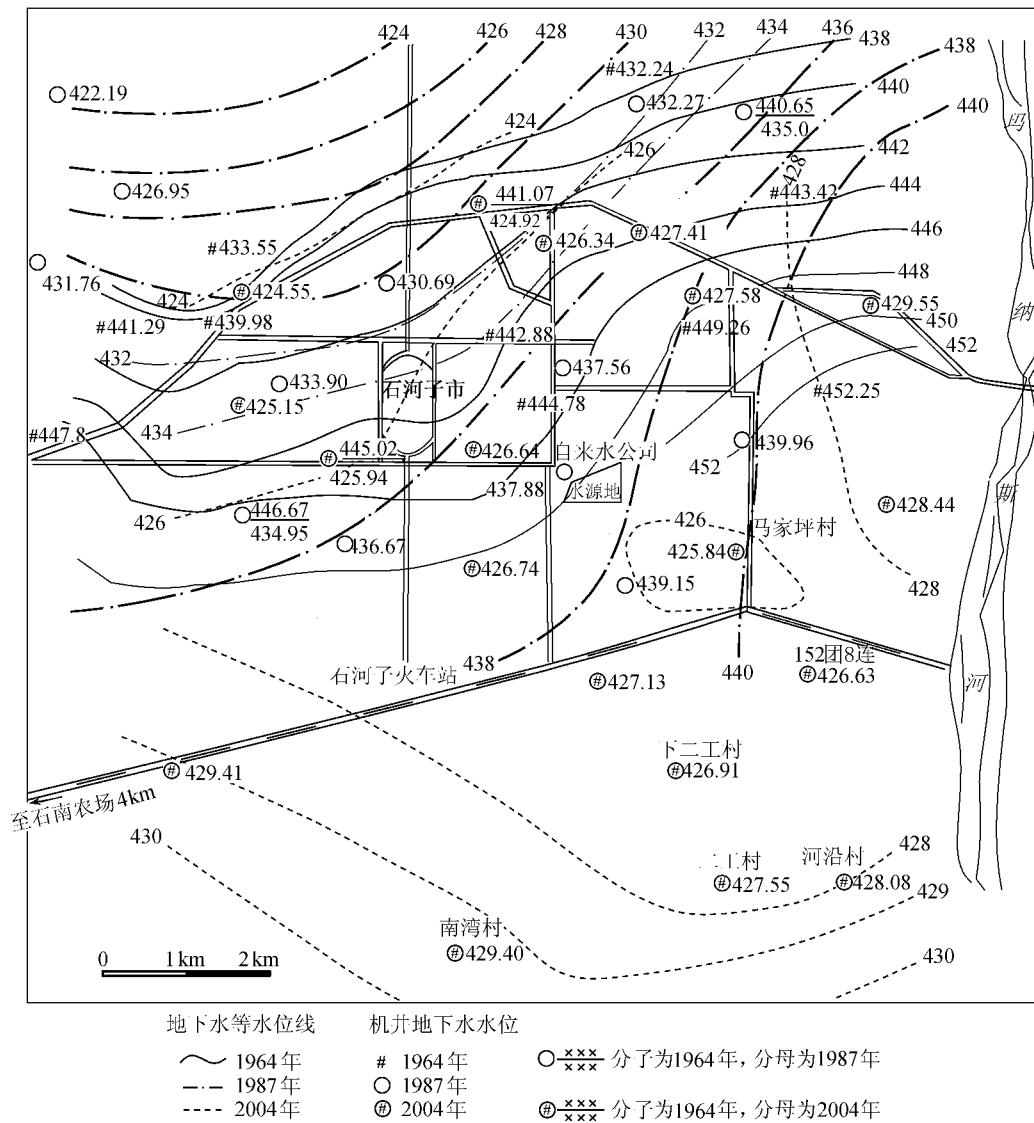


图2 石河子市区不同年份地下水等水位线与标高

表1 泉水水质分析

取样地点	矿化度 g/L	水化学类型	pH 值
十户窖村南约 3 km	0.3	SO ₄ ·Cl-Ca	9.1
十户窖村南约 2 km	0.7	HCO ₃ ·SO ₄ -Ca	7.3
十户窖村南约 1 km	0.9	HCO ₃ ·SO ₄ -Ca	7.3
十户窖村	1.1	HCO ₃ ·Cl-Ca	7.2
十户窖村北约 1.4 km	1.5	Cl·HCO ₃ ·SO ₄ -Na	7.3
十户窖村北约 2.8 km	2.3	SO ₄ ·Cl-Na·Ca	7.3

注:表中数据引自 黄淑波,周金玲,赵忠贤,等.新疆石河子市引水济石工程河谷水源地水文地质勘察报告.新疆兵团勘测规划设计研究院,2003.

及成因 2000 年笔者曾专门对其周围及南部山区泉水做过水质调查分析,发现南部低山区中第三系泥岩及泥质砂岩浅表层的风化裂隙中结晶有硫酸盐晶体,其汇集的泉水水质受该岩体所含易溶盐的影响,水化学类型为 SO₄-Na 型、Cl·SO₄-Na 型和 SO₄·Cl-Na 型,矿化度为 4.8~9.2 g/L,总硬度为 991.4~1891.6 mg/L。其分布趋势是 东西两边山体汇集的泉水矿化度和总硬

度均低于中间山体地带,由东至西其矿化度分别为:4.8 g/L、9.2 g/L、7.7 g/L;总硬度分别为 991.4 mg/L、1891.6 mg/L、1821.8 mg/L;水化学类型分别表现为:Cl·SO₄-Na 型、SO₄-Na 型、SO₄·Cl-Na 型^①。

可见,山区地下水在通过低山区向平原区渗透补给的过程中,由于溶解了岩体中的盐分,其水质矿化度明显升高,已达到咸或微咸水,从而造成市区南部距低山区较近深埋带的地下水水质相对较差,矿化度较高,且分布较广,基本在石河子火车站正南和西南约 8~10 km 的上游区。

2.4 市区地下水动态

据市区地下水长期观测资料,受气象、水文和人工等综合因素的影响,其水位不仅在年内发生着周期性的波动起伏,同时在年际亦发生着持续下降的变化。

在东西方向上,年内水位回升及高峰值滞后时间与距河床远近密切相关,距河床越近,滞后时间越短,

① 周金玲,李祥明,赵忠贤,等.工一师石南农场供水水文地质勘察报告.新疆兵团勘测规划设计研究院,2000.

反之则越长 在南北方向上 ,年内水位变幅从冲洪积扇中上部至中下部 ,大致呈递减趋势 ,最北面 G312 国道附近的客运站 ,年内地下水位变幅为 2.74 m ;市中心游憩广场附近 ,年内地下水位变幅为 9.83 m ;最南边 152 团 3 连 ,其年内地下水位变幅为 25.28 m。

根据 1964 年和 1987 年的水位调查资料与 2004 年初兵团院对市区地下水位的结果相对比 : 1964 年 ,在石河子北 G312 国道沿线其地下水位为 438 ~ 440 m ,G312 国道南至铁路以北的市区 ,地下水位为 442 ~ 452 m ;到 1987 年 ,在 G312 国道沿线地下水位已下降到 430 ~ 432 m ,市区内地下水位大多在 432 ~ 440 m ;而到 2004 年 ,在 G312 国道沿线的地下水位已下降到 424 ~ 426 m ,市区内最低水位在市自来水厂至石河子乡 马家坪村一带 ,地下水位为 425.84 m ,其周围约 50 km² 近于“ 马鞍形 ” 的范围内地下水位为 426 ~ 428 m。

从 1964 年至 2004 年的地下水等水位线同一标高向南偏东推移的距离和速度来看 ,1964 ~ 1987 年 23 年间 ,市区地下水同标高(如 438 m 等水位线)向南推移了 1 ~ 6 km ,平均每年向南推移 44 ~ 260 m ,其水位平均下降速率为 0.35 ~ 0.52 m/a ;1987 ~ 2004 年 17 年间 ,市区内地下水同标高如 424 m、426 m、430 m 等水位线分别向南偏东推移了 1.5 ~ 3 km、2 ~ 8 km、6 ~ 12 km ,平均每年向南推移 94 ~ 750 m ,其水位平均下降速率为 0.38 ~ 0.63 m/a ;其推移速度后 20 年是前 20 年的 2 ~ 3 倍 ,水位下降速率提高了 1.1 ~ 1.2 倍。

可见 ,在 G312 国道以南的同标高地下水位已向南推移了 7 ~ 18 km ,其推移速度为 287 m/a ,多年平均水位下降速率为 0.47 m/a。

市区内地下水水质近几十年来基本未变化 ,水质一直较好 ,但在市区南西边界的高矿化区附近 ,由于地下水的连年开采 ,沿石材公路地下水位近几十年已下降 10 ~ 15 m ,其地下水水质已发生一些变化。根据 1979 年、1994 年和 2000 年在石南农场东约 2 km 的石河子市天筑公司材料厂生活井 ,和北约 2 km 的石河子乡 三宫店四队、五队水井的水质调查分析结果 ,其矿化度有所增大 ,平均升高 0.1 g/L 以上 ,水化学类型虽无大的变化 ,但主要阴阳离子的百分比已有变化 ,SO₄²⁻ 和 Cl⁻ 百分比已升高 ,特别是 SO₄²⁻ 的百分比平均升高 10% 以上 ,距石河子相对较近的建安公司材料厂井水中 SO₄²⁻ 百分比升高 17.7% ,HCO₃⁻ 百分比却相应降低 ,说明其水质在逐渐变差 ,只不过还未发生质的变化。

3 地下水异常带对市区地下水环境影响分析

通过上述分析 ,初步推断市区南部深埋区(水位

埋深大于 150 m)地下水由于受低山区渗透过来的高矿化基岩裂隙水的补给 ,水质较差 ,矿化度已超过 1 g/L ,该水进入山前倾斜平原后将使中下游地下水水质矿化度呈增高的趋势。目前石河子市区内水质较好的原因是其地下水主要补给源玛纳斯河水水质较好、水量较大 ,南部基岩裂隙水因岩体透水性弱 ,相应渗透补给量太少 ,尚不足以造成下游水质矿化度的显著升高。

由于玛纳斯河上游水利设施较完善 ,渠首引水率一般在 70% 以上 ,河水渗漏量相应减少 ,其对地下水的补给量也减少。随着市区及周边地下水的不断开发 ,市区地下水位下降了 12 ~ 15 m ,与 20 世纪 80 年代相比 ,同一标高的地下水等水位线整体向南推移 7 ~ 18 km。南部地下水深埋区距市区铁路沿线直线距离 8 ~ 10 km ,低山区高矿化基岩裂隙水多年来补给状态基本稳定 ,市区地下水在不断被开采的同时 ,其淡水补给源却在减少 ,从这一增一减 ,可以预料南部低山区高矿化基岩裂隙水将会逐渐侵袭涌向中下游。所以 ,对这一看似渗透缓慢、补给量甚微的基岩裂隙水需引起重视 ,应从区域上对水资源环境进行详细调查、分析、论证 ,并进行预测 ,提出防治措施 ,否则将造成市区地下水环境的恶化。

4 建议及对策

为了优化石河子地下水资源配置 ,迫切需要建立水资源(水量水质)管理模型 ,促使保护监测网的建立与运行 ,从宏观上及时调整水资源的开发利用模式。

根据本区地下水补、径、排特征 ,增大地表水对市区地下水的补给是石河子市地下水资源保护的关键 ,具体建议如下 :

- a. 在玛纳斯河三级、四级电站之间 ,采取工程措施增大该段河道过水时间和过水量 ,以提高河水对上游段地下水的补给量。
- b. 在市区西南石河子乡 三宫店畜牧队附近的山前洼地上 ,建一蓄洪水库 ,其配套引水工程可扩建头孚渠 ,引蓄洪水通过地面渗漏直接补给市区地下水 ,以对西南部(石南农场)高矿化水的影响起到积极抑制作用。

参考文献 :

[1] 赵运昌 . 准噶尔盆地的地下水[A]. 见 : 中国科学院治沙队 . 治沙研究[C]. 北京 : 科学出版社 , 1964. 102 ~ 104.
[2] 中国科学院新疆综合考察队 . 新疆地下水[M]. 北京 : 科学出版社 , 1965. 75 ~ 80.
[3] 王英得 . 新疆石河子南山洼地地下水库及开发利用建议[J]. 水文地质工程地质 , 1994 2(5) 21 ~ 22.

(收稿日期 2004-05-09 编辑 徐 娟)