

石羊河流域地下水水质状况及演变趋势分析

朱金花

(甘肃省水环境监测中心, 甘肃 兰州 730000)

[摘要] 石羊河流域水资源严重不足, 过度开发利用, 进入下游地区地表水量逐渐减少, 地下水位普遍持续下降, 导致河湖干涸、林木死亡、草场退化、沙尘暴肆虐、河流及地下水污染等一系列生态环境问题。依据流域内 154 眼地下水井的水质监测资料, 对流域地下水水质现状进行评价, 分析流域地下水质量在空间上的分布及变化状况。分析结果, 整个流域受到污染, 提出加强综合治理保护地下水资源已非常迫切。

[关键词] 石羊河流域; 地下水质量; 演变趋势; 水化学特征

[中图分类号] P641.1 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1004-1184(2013)03-0022-04

石羊河流域位于甘肃省河西走廊东部, 水系发源于祁连山, 由自西向东分布的西大河、东大河、西营河、金塔河、杂木河、黄羊河、古浪河和大靖河等八条上游支流及其汇集而成的下游石羊大干流组成。是甘肃三大内陆河流域之一, 也是甘肃河西地区人口最集中、水资源供需矛盾最突出的地区。流域涉及武威、金昌、张掖和白银 4 市 9 县(区), 流域总面积 4.16 万 km², 占河西地区的 15.4%, 总耕地面积 625 万亩。2003 年流域内总人口为 226.9 万人, 约为河西平均人口密度的 3.4 倍。

石羊河流域多年平均降水量为 222 mm, 走廊区仅 150 mm。流域水资源量总量为 17.6 亿 m³, 按现有总人口和耕地计算, 人均 755 m³, 亩均 270 m³, 均低于全省人均 1 114 m³ 和耕地亩均 389 m³ 水平, 分别为全国平均水平的 1/3 和 1/6, 属典型的资源型缺水地区。

自上世纪 80 年代中后期开始, 随着社会经济的快速发展, 流域水资源的开发利用量大幅增加, 至流域进行综合治理时的 2008 年, 用水总量已达 28.4 亿 m³, 由于上下游多次重复利用以及地下水的超采, 流域水资源开发利用程度高达 172%, 耗水总量 20.7 亿 m³, 水资源消耗率达 125%, 地下水年超采 5.6 亿 m³, 已远远超过水资源的承载力, 水资源供需矛盾十分突出, 生态环境日趋恶化。

位于石羊河流域最下游的民勤盆地, 是楔入腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠之间, 阻断两大沙漠合拢的重要屏障, 用水主要靠石羊河流入水量和盆地内的地下水维系。由于中游用水急剧增加, 致使进入民勤的地表水量已由上世纪五十年代的 5.9 亿 m³ 减少到 2008 年前的 1.0 亿 m³。同时, 由于自身需水规模的扩大, 地下水开采量大幅增加, 至 2008 年前民勤盆地地下水开采量已达 6.04 亿 m³, 超采近 4.1 亿 m³, 地下水位持续下降, 矿化度不断上升, 水质恶化。荒漠化面积已占土地面积的 94%, 荒漠边缘以每年 3~4m 的速度向绿洲推进, 出现了“沙进人退”和“生态难民”现象。

在生态环境恶化的过程中民勤盆地成为我国四大沙尘暴策源地。若不采取有效措施加以治理, 民勤将有可能成为第二个“罗布泊”。如果民勤不保, 两大沙漠汇合, 将严重威胁石羊河流域生态安全, 导致整个石羊河流域生态系统崩溃, 不仅影响当地人民的生存和发展, 对河西走廊乃至我国北方大部分地区生态环境都将造成重大影响。为了有效遏制石羊河流域生态环境恶化趋势, 从 2008 年开始, 国家对石羊河流域实施重点治理, 经过几年的实践, 流域的生态环境有了一定的改善, 地下水位开始回升, 但是由于滞后效应, 地下水水质目前尚未有明显的改善, 综合治理的任务依然艰巨而繁重。

1 天然地下水水化学特征及类型

地下水的水化学特征及分类与地下水的水文地质条件具有密切的关系, 补给、径流、排泄方式直接影响地下水化学成分的形成和演变。根据石羊河流域的地质构造和水文地质特征, 大致可将流域天然地下水水化学特征分为: 洪积扇带、洪积冲积带、湖积带三个区域进行描述:

1.1 洪积扇带

为南部山前倾斜平原, 该区域目前主要为水库灌区和地表水自流灌区。自东向西包括: 大靖水库灌区、古丰河灌区、古浪水库灌区、黄羊河水库灌区、杂木河自流灌区、金塔河水库灌区、西营河灌区、东河灌区、永昌东大河自流灌区、永昌西大河灌区、永昌金川峡水库灌区。该区域地表水通过河渠大量入渗, 由于地势坡降较大, 地下径流流动较快, 水平交替强烈, 加之地下水埋藏较深, 蒸发量较小, 上述因素决定该区域地下水水化学特征接近出山地表径流水化学特征。根据实测资料分析: 该区域地下水 pH 值一般在 7.5~8.3 之间, 呈中性偏微碱性; 总硬度在 200~350 mg/L 之间, 属弱偏硬水; 矿化度一般在 300~500 mg/L 之间, 总硬度及矿化度由南向北, 随流程的增加而增大。按照舒卡列

[收稿日期] 2013-03-01

[作者简介] 朱金花(1966-), 女, 甘肃平凉人, 工程师, 主要从事水环境监测、评价及保护工作。

夫分类法分类一般为： $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}$ 型、 $\text{HCO}_3^- - \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+}$ 型或 $\text{HCO}_3^- - \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$ 型，见表 1、图 1。

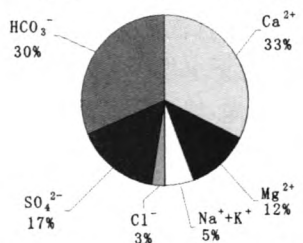


图 1 高古城—永昌盆地西营朵浪村洪积扇带典型水化学组分

1.2 洪积冲积带

包括洪积扇与细土平原的过渡带及细土平原区。该区域目前主要为井灌区，自东向西包括：景泰川灌区、吴家井灌区、清源井泉灌区、金羊井灌区、永昌井灌区、永昌清河井灌区、昌宁井灌区等。该区域地势趋平，地下径流趋缓，埋深逐渐变浅，蒸发增大，在扇缘地带带有泉水溢出，同时由于为井灌区，故地下水垂直交替强烈，水中的离子含量明显增加，矿化度增大。根据实测资料分析：该区域地下水 pH 值一般在 7.2~8.0 之间，呈中性偏微碱性；总硬度在 300~

500mg/L 之间，属微硬水和硬水交错出现区；矿化度一般在 500~1500 mg/L 之间，属淡水和微咸水交错出现区；按照舒卡列夫分类法分类一般为： $\text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$ 型、 $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+} - \text{Na}^+$ 型、 $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Ca}^{2+} - \text{Na}^+ - \text{Mg}^{2+}$ 型或 $\text{SO}_4^{2-} - \text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 型。在径流条件较好区域，总硬度及矿化度较低，水化学类型一般为 $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+} - \text{Na}^+$ 型；在径流条件较差的区域，总硬度及矿化度较大，水化学类型一般为 $\text{SO}_4^{2-} - \text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 型，见表 1、图 2。

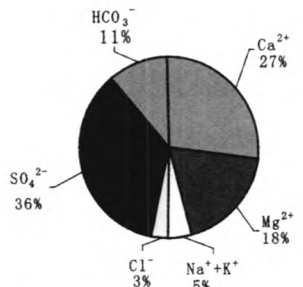


图 2 武威盆地双城镇洪积冲积带典型水化学组分

表 1 石羊河流域不同区域典型水化学特征

地质构造带	盆地	地理位置	指标/单位	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	水化学类型
湖积带	民勤盆地	中渠	离子当量浓度/(meq/l)	19.6	86.3	100.3	92.4	99.0	6.5	0.0	SO ₄ ²⁻ -Cl ⁻ -Na ⁺ -Mg ²⁺
			当量百分比/%	9.5	41.8	48.6	46.7	50.0	3.3	0.0	
湖积带	民勤盆地	东湖镇	离子当量浓度/(meq/l)	11.1	20.6	63.1	49.2	35.1	5.4	0.0	Cl ⁻ -SO ₄ ²⁻ -Na ⁺
			当量百分比/%	11.7	21.8	66.6	54.9	39.1	6.0	0.0	
湖积带	民勤盆地	红沙梁	离子当量浓度/(meq/l)	7.5	32.5	34.6	16.4	49.0	10.2	0.0	SO ₄ ²⁻ -Na ⁺ -Mg ²⁺
			当量百分比/%	10.1	43.5	46.4	21.7	64.8	13.5	0.0	
洪冲积带	武威盆地	永昌清河	离子当量浓度/(meq/l)	5.7	4.8	3.5	2.9	5.8	4.4	0.0	SO ₄ ²⁻ -HCO ₃ ⁻ -Ca ²⁺ -Mg ²⁺ -Na ⁺
			当量百分比/%	40.9	34.5	25.0	22.0	44.5	33.8	0.0	
洪冲积带	武威盆地	双城镇	离子当量浓度/(meq/l)	14.4	9.6	2.4	1.5	18.8	5.8	0.0	SO ₄ ²⁻ -Ca ²⁺ -Mg ²⁺
			当量百分比/%	54.5	36.4	9.2	5.7	72.0	22.1	0.0	
洪冲积带	武威盆地	清源镇	离子当量浓度/(meq/l)	16.7	8.9	2.0	2.0	19.2	5.3	0.0	SO ₄ ²⁻ -Ca ²⁺ -Mg ²⁺
			当量百分比/%	60.5	32.3	7.2	7.7	72.2	20.1	0.0	
洪冲积带	大靖盆地	古浪孩子滩	离子当量浓度/(meq/l)	5.4	3.0	7.9	5.4	6.1	4.2	0.0	SO ₄ ²⁻ -Cl ⁻ -HCO ₃ ⁻ -Na ⁺ -Ca ²⁺
			当量百分比/%	33.2	18.6	48.0	34.4	38.7	26.8	0.0	
洪冲积带	大靖盆地	古浪裴家营	离子当量浓度/(meq/l)	6.9	4.6	4.9	4.0	7.5	4.5	0.0	SO ₄ ²⁻ -HCO ₃ ⁻ -Cl ⁻ -Ca ²⁺ -Na ⁺ -Mg ²⁺
			当量百分比/%	42.0	28.1	30.0	25.2	46.8	28.0	0.0	
洪积扇带	红山窑—月牙湖盆地	永昌红山窑	离子当量浓度/(meq/l)	3.3	2.4	1.9	1.5	2.5	3.5	0.0	HCO ₃ ⁻ -SO ₄ ²⁻ -Ca ²⁺ -Mg ²⁺
			当量百分比/%	43.2	31.7	24.4	20.2	33.0	46.8	0.0	
洪积扇带	高古城—永昌盆地	西营朵浪村	离子当量浓度/(meq/l)	4.5	1.7	0.7	0.3	2.4	4.2	0.0	HCO ₃ ⁻ -SO ₄ ²⁻ -Ca ²⁺
			当量百分比/%	64.7	24.6	10.7	5.1	34.7	60.3	0.0	

1.3 湖积带。

此区处于细土平原的闫尾湖区，为水盐聚集区。该区主要指民勤盆地北部，包括湖区水库灌区、泉山井泉灌区以

及坝区水库灌区的民勤县城以北的东坝镇等。根据实测资料分析：该区域地下水 pH 值一般在 7.0~7.5 之间，呈中性；总硬度大于 500 mg/L，属极硬水区；矿化度一般在1 500

mg/L 以上,属咸水区;按照舒卡列夫分类法分类一般为:
 $\text{SO}_4^{2-}-\text{Na}^+-\text{Mg}^{2+}$ 型、 $\text{SO}_4^{2-}-\text{Cl}^--\text{Na}^+-\text{Mg}^{2+}$ 型及
 $\text{Cl}^--\text{SO}_4^{2-}-\text{Na}^+$ 型。见表 1、图 3。

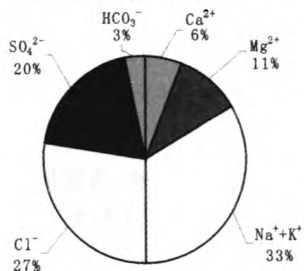


图 3 民勤盆地东湖镇湖积带典型水化学组分

2 地下水质量评价

依据《地下水质量标准》(GB/T 14848—93),采用单指
标法确定地下水水质的类别,并以该标准中Ⅲ类水浓度界
限值作为判断符合生活饮用水的控制标准。

2.1 武威盆地

武威盆地是石羊河流域最大的盆地,也是人类活动
最密集的区域,受自然及人类活动的综合影响,盆地水质

由山前倾斜平原区向下游细土平原区逐渐变差。盆地最
南端主要为河流、水库自流灌区,包括古浪水库灌区、黄
羊河水库灌区、杂木河自流灌区、金塔河水库灌区、西营
河灌区等。该区域地下水埋深大,开采量小,受人类活动
干扰较小,地势坡降大,地下径流条件好,流动性强,更替
快,故水质良好,一般为Ⅱ类—Ⅲ类。盆地中部是人类
活动及城镇密集区域。包括吴家井灌区、清源井泉灌区、
金羊井灌区、永昌井灌区、永昌清河井灌区等灌区和石羊
河流域最大的城市武威市。该区地下水水质明显变差,
一般为Ⅲ—Ⅳ,部分区域达到Ⅴ。超标项目有受自然因
素影响的硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体等,还有
受地表农业面源影响的硝酸盐、亚硝酸盐等,盆地最北端
处于石羊河武威市的下游,农田为环河自流灌区,该区水
质较中部继续变差,一般为Ⅴ类水质。超标项明显增加,
可分三类:第一类是自然背景值硫酸盐、氯化物、总硬度、
溶解性总固体,第二类是受农业灌溉影响的硝酸盐、亚硝
酸盐等;第三类是受城市废污水影响的氨氮、细菌总数
等。评价结果见表 2。

表 2 武威盆地地下水水质评价

灌区	井号	水质类别	超标项目
环河自流灌区	113	V	硝酸盐
环河自流灌区	129	V	硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体
环河自流灌区	130	Ⅲ	
环河自流灌区	131	V	硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体
环河自流灌区	136	V	硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体
环河自流灌区	143	V	总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、氨氮、细菌总数
环河自流灌区	152	V	总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、细菌总数
环河自流灌区	155	Ⅳ	总硬度、硫酸盐、细菌总数
清源井泉灌区	119	V	硝酸盐、总硬度、硫酸盐、亚硝酸盐
清源井泉灌区	135	Ⅲ	
清源井泉灌区	141	Ⅱ	
清源井泉灌区	142	V	硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体
永昌井泉灌区	116	V	总硬度、溶解性总固体
永昌井泉灌区	118	Ⅳ	硝酸盐
黄羊河水库灌区	114	Ⅲ	
永昌清河井泉灌区	115	V	硝酸盐
西营河灌区	117	Ⅳ	硝酸盐
吴家井灌区	132	Ⅲ	

2.2 民勤盆地

民勤盆地处于石羊河最下游,是水盐聚集区,天然矿
化度较高,加之人类活动影响,水质较差。按灌区分析,
坝区水库灌区水质相对较好,该灌区内红崖山水库以下
至民勤县城、羊路、夹河一带水质为Ⅱ—Ⅲ类,其余区域
为Ⅳ—Ⅴ水质,主要超标项目有反映背景因素的硫酸盐、
氯化物、总硬度、溶解性总固体,同时还有受人类活动因

素影响的有硝酸盐、亚硝酸盐,超标项目有 6 项。泉山井
泉灌区水质次之,水质为Ⅳ—Ⅴ,主要超标项目有反映背
景因素的硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体,受人类
活动因素影响的有氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、锰、总大肠菌
群、细菌总数,超标项目有 9 项。湖区水库灌区水质最
差,全部为Ⅴ或劣Ⅴ,主要超标项目有反映背景因素的硫
酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体,受人类活动因素影

响的有氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、锰、总大肠菌群、细菌总数,超标项目有 9 项。评价结果见表 3。

表 3 民勤盆地地下水水质评价表

灌区	井号	水质类别	超标项目
坝区水库灌区	105	V	硫酸盐、总硬度、溶解性总固体、硝酸盐、亚硝酸盐
坝区水库灌区	106	V	硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体、硝酸盐
坝区水库灌区	107	IV	总硬度
坝区水库灌区	128	II	
坝区水库灌区	133	V	硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体
坝区水库灌区	134	V	硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体
坝区水库灌区	137	V	硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体
坝区水库灌区	138	V	硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体
坝区水库灌区	139	II	
坝区水库灌区	140	V	硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体
坝区水库灌区	144	III	
坝区水库灌区	145	V	总硬度、溶解性总固体、硝酸盐
坝区水库灌区	150	III	
坝区水库灌区	151	II	
湖区水库灌区	101	V	硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体
湖区水库灌区	102	V	硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体
湖区水库灌区	147	V	总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、锰、氨氮、氯化物、总大肠菌群、细菌总数
湖区水库灌区	148	V	总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、锰、氨氮、细菌总数
湖区水库灌区	149	V	总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、锌、氨氮
湖区水库灌区	153	V	总硬度、溶解性总固体、硫酸盐
泉山井泉灌区	103	V	硫酸盐、氯化物、总硬度、溶解性总固体、锰
泉山井泉灌区	104	IV	硫酸盐
泉山井泉灌区	146	V	溶解性总固体、硝酸盐、氨氮、细菌总数
泉山井泉灌区	154	IV	总大肠菌群、细菌总数

2.3 昌宁盆地

昌宁盆地处于金川水库和金昌市下游区域,下四分、双弯镇一带水质为Ⅱ类,其余为Ⅳ—Ⅴ,超标项目有总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐 5 项,既有自然背景质,也有人为污染质。评价结果见表 4。

表 4 昌宁盆地水质评价

灌区	编号	水质类别	超标项目
金川水库灌区	109	V	总硬度、溶解性总固体、硫酸盐
金川水库灌区	110	IV	硝酸盐、亚硝酸盐
金川水库灌区	111	II	
金川水库灌区	112	II	
昌宁井泉灌区	108	IV	总硬度、溶解性总固体

2.4 大靖盆地

大靖盆地景泰川、大靖水库灌区水质为Ⅳ—Ⅴ类,超标项目有总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物四项。从超标项目来看,以自然背景质为主。见表 5。

2.5 红山窑—月牙湖、高古城—永昌盆地

从监测结果来看,红山窑—月牙湖、高古城—永昌盆地距出口较近,地下水埋深较大,开采量较小,人类活动相对较弱,地下尚未受到污染,水质良好,为Ⅱ类。见表 6。

表 5 大靖盆地水质评价

灌区	编号	水质类别	超标项目
景泰川灌区	120	V	总硬度、溶解性总固体、硫酸盐
景泰川灌区	121	IV	硫酸盐
景泰川灌区	122	V	总硬度、溶解性总固体、硫酸盐
大靖水库灌区	123	IV	总硬度
大靖水库灌区	124—	V	总硬度、溶解性总固体、氯化物

表 6 红山窑—月牙湖、高古城—永昌盆地水质评价

灌区	编号	水质类别	超标项目
永昌西大河灌区	125	II	
永昌西大河灌区	126	II	
永昌四坝井泉灌区	127	II	

3 地下水水质变化趋势分析

地下水水质的变化情况可通过对反映本底质变化状况的总硬度、溶解性总固体以及 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 等水化学成分的变化趋势,以及反映污染离子数量的增减和变化趋势进行综合分析。

3.1 矿化度变化趋势分析

分别选取武威盆地、民勤盆地三个地下(下转第 30 页)

4 结语

由以上的分析可以看出该地区的地下水资源主要补给来源为雨季降水,且是通过一定距离一定高程补给后径流至此,工作区内岩溶地下水系统地下水循环畅通,地下水更新能力随含水层埋深增大而减弱,在非汛期地下水主要排泄补给至河流。

水资源问题一直是人类面临的一个严峻的问题,而环境同位素的应用为研究地下水循环系统提供了一个新的技术手段,通过该手段的应用可以了解地下水系统的补给来源、径流通道以及排泄途径,从而也为合理的利用地下水资源奠定了基础。

(上接第 25 页)

水观测井自 1989 至 2010 年 21 年的系列资料进行分析。

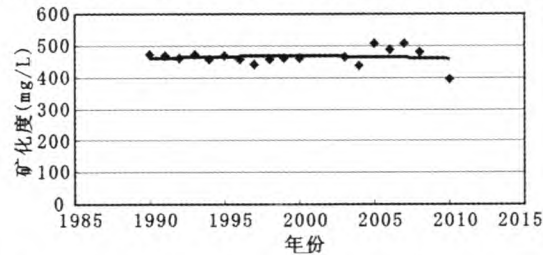


图 4 武威盆地西营灌区地下水矿化度变化趋势(井编号:117)

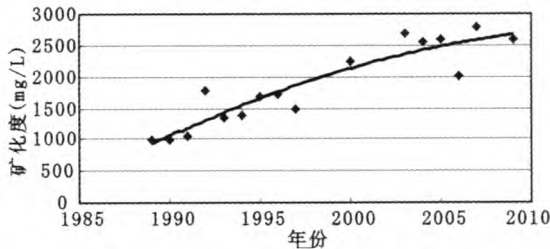


图 5 武威盆地双城镇地下水矿化度变化趋势(井编号:116)

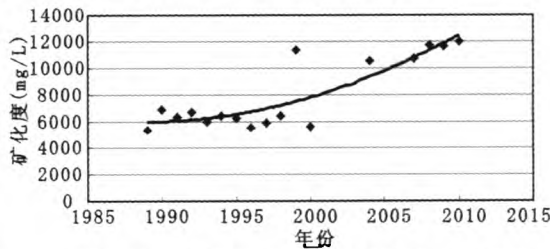


图 6 民勤盆地湖区矿化度变化趋势(井编号:101)

由图 4、5、6 可以看出以地表径流灌溉为主的武威盆地西营河灌区地下水矿化度基本稳定在 400~500 mg/L 之间,无明显的变化趋势;武威盆地双城镇处于永昌井泉灌区,地下水开采量大,矿化度年变化率为 8.2%,矿化度有显著增加趋势;民勤盆地湖区观测井矿化度年变化率为 5.8%,矿化度增加趋势也比较明显。通过上述分析可知:在流域中、下游由于地下水大量开采,导致矿化度显著增加,而上游地表水灌区则基本保持稳定。

3.2 污染变化趋势分析

根据监测资料分析,石羊河中游地带,由于地下水开采量较大,受灌溉入渗水的影响,地下水受到农药化肥等

参考文献

[1]李大通,张之淦.核技术在水文地质中的应用指南[M].北京:地质出版社,1990:1-287.

[2]张应华,仵彦卿,温小虎,等.环境同位素在水循环研究中的应用[J].水科学进展.2006,17(05):738-747

[3]瞿思敏,包为民,Jeffrey J. McDonnell,等.同位素示踪剂在流域水文模拟中的应用[J].水科学进展.2008,19(04):587-596

[4]丁林,许强,张利云,等.青藏高原河流氧同位素区域变化特征与高度预测模型建立[J].第四纪研究.2009,29(01):001-012

[5]刘忠芳,田立德,姚檀栋,等.雅鲁藏布江流域河水中氧稳定同位素的时空变化[J].冰川冻土.2008,30(01):020-027

农业面源的污染,主要污染物为硝酸盐、亚硝酸盐等,如地处永昌镇的 118 号观测井、清源灌区的 119 号观测井,硝酸盐分别超标 0.4 倍和 0.6 倍;在石羊河下游武威城北至红崖山水库环河自流灌区沿河岸两侧地段地下水不仅受到农业面源污染,而且受沿石羊河向下游排泄的工业生活污水的污染,污染物种类明显增加,如武威九墩附近的 143 号观测井,主要超标污染物为铁、锰、氨氮、细菌总数等;地处下游的民勤盆地污染更加严重,如湖区水库灌区东湖镇秋成五社观测井监测资料显示:铁超标 1.3 倍,锰超标 1.2 倍,氨氮超标 13.2 倍,细菌总数超标 3.4 倍;东湖镇往致四社观测井监测资料显示:锰超标 0.8 倍,氨氮超标 1.7 倍,氟化物超标 1.4 倍,细菌总数超标 16 倍,粪大肠菌群超标达 532 倍。上述情况表明石羊河流域中部地下水已经明显受到污染,而下游湖积区则受到了严重污染。

4 结语

石羊河流域地下水水质是自然演变和人类活动影响叠加的结果,通过分析评价可以看出,自上世纪 80 年代中后期开始,随着开采量的急剧增加,地下水原有的自然循环转换模式被打破,中下游的地下水矿化度呈现显著增加趋势,同时由于受到地面污染源的污染,中下游地下水中出现了硝酸盐、氨氮、细菌总数等污染物质,部分灌区严重超标,地下水水质总体呈现恶化趋势。分析进一步说明,加强石羊河流域综合治理,保护地下水资源显得非常必要而紧迫。

参考文献

[1]吕书君.我国地下水污染分析[J].地下水.2009.31(1):1-5.

[2]彭丽杰,王继华.我国地下水污染现状及微生物修复[J].中国水利技术信息中心地下水专刊.2009.6:9-12.

[3]杨强,李金轩,丁伟翠.浅析地下水污染的主要途径、危害及防治[J].地下水.2007.29(3):72-125.

[4]朱金华.甘肃渭河流域水环境承载能力及污染控制分析[J].地下水.2012.34(3):94-96.