第 21 卷 第 3 期 中 国 岩 溶 Vol.21 No.3
2002 年 9 月 CARSOLOGICA SINICA Sep.2002

文章编号:1001-4810(2002)03-0195-07

广西主要地下河水质评价及其变化趋势*

郭 芳,姜光辉,裴建国,章 程
(中国地质科学院岩溶地质研究所、国土资源部岩溶动力学开放研究实验室,广西 桂林 541004)

摘 要 采用广西境内 32 条典型地下河 20 世纪 70 年代末、80 年代初和 21 世纪初两个时期所取的 64 个水样品的分析结果,对地下河水质进行了评价,分析了地下河水中主要离子 20 年来的变化趋势和原因。结果表明,地下河水中绝大部分离子和指标符合地下水质量标准(GB/T14848 – 93)规定的Ⅰ、Ⅱ类水质标准,地下水质量较好,但离子浓度普遍升高,水质有恶化倾向。升高最显著的是 SO_4^{2-}、NO_3^- 及总溶解固体,HCO_3^-、Ca^{2+}、Mg^{2+}、K^+、总硬度和永久硬度有所升高,Cl^-、pH 值有下降趋势。离子浓度的变化是 SO_2、CO_2 等酸性气体排放量的剧增、过量施用化肥、石漠化等造成环境酸化的结果。

关键词 地下河;水质;单要素指标;广西
中图分类号:P641.12 文献标识码:A

中国南方岩溶水天然资源量为 1847 亿 m^3/a[1],储量极为丰富。据杨立铮等统计研究,仅在广西、贵州、云南、四川和湖南五省(区),枯季流量大于50 l/s 的地下河或伏流就有 2836 条[1]。岩溶区地下水与地表水关系密切,地下水循环速度快,动态变化大,地表水的污染极易导致地下河的污染[2]。在人类活动强烈或居民集中的地区,岩溶水遭受污染的机会更多,如农业施肥、喷洒农药、污水排放等,均可渗入地下污染岩溶水,且难治理。在岩溶区,地下河的污染应当引起重视。

1 研究区概况

广西地下河大量发育,主要分布于桂西,其次为桂中。据统计,流量大于 500 l/s 的有 89 条[3]。90% 的地下河发育于连续层型石灰岩分布区。

本研究取样所选的 32 条地下河主要集中在红水河流域,其空间范围涵盖桂西和桂中南宁、河池、百色和柳州 4 个地区,包括南丹、天峨、乐业、东兰、凤山、都安、平果、武鸣、河池、马山、凌云、宾阳、巴马、大化、德保、天等、隆安、武宣、龙州、来宾、柳城、柳江共 22 个县市(图 1)。在地貌上属桂西北高原斜坡岩溶地貌区,中、西北部峰丛洼地地貌区和桂西中低山地岩溶地貌区;地层以泥盆系中统 – 二叠系下统碳酸盐岩为主,也有石炭系上、中统等质纯碳酸盐岩和全碳酸盐岩组合类型,局部为三叠系中、上统及寒武系中、上统碳酸盐岩组合和间夹型碳酸盐岩组合[3]。这些地区人类活动以农业为主,河池、百色和南宁三个地区农业人口占 77%[3]。年平均气温在 1723℃,降雨多集中在 3 – 8 月,9 月至次年 2 月降雨较少。所选取的地下河覆盖面广,典型性强,具有一定的代表意义。

2 研究方法

为了与第一次取样(20 世纪 70 年代末、80 年代初)广西地下河水质分析作对比,本次取样(后文称为第二次取样)选择时间在 2001 年的最枯季节(3 – 4 月)进行,由于两次取样都在枯季,且均由广西水文地质工程地质大队进行室内水化学分析,因此其分析结果应具有很强的可比性。但有些离子如 F^- 在第一次

* 资助项目:国土资源部重点项目(批准号:991004)"西南岩溶石山地区生态重建及土地整理研究"、国土资源部新一轮地质大调查项目(DKD2002008)及广西基金项目(批准号:20010229)联合资助
作者简介:郭芳(1978-),女,水文地质与工程地质专业。E – mail:gf@karst.edu.cn
收稿日期:2002-05-25
万方数据

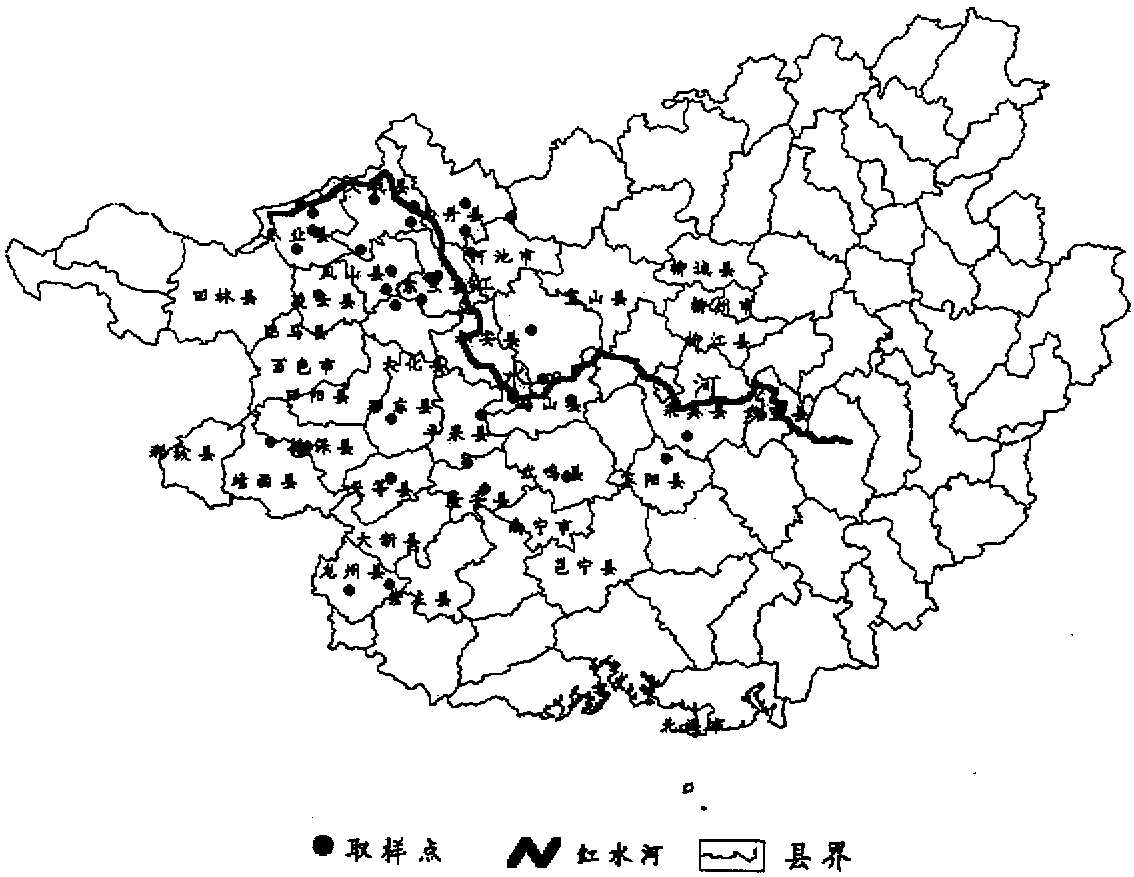

图 1 广西地下河水样取样分布图

Fig.1 The distribution of sampling spots of groundwater in Guangxi

取样时未测,因此无法进行对比分析。

2.1 地下水质量评价方法 地下水质量评价采用单因子法,即以我国现行的地下水质量标准(GB/T14848 – 93)为评价依据,参加评价的指标单项超标,即表明其使用功能得不到保证。

2.2 主要离子和指标变化分析方法

HCO_3^-、Ca^{2+}、pH、总硬度和固形物的变化规律采用差值法分析,差值 $K = C_2 - C_1$,其中 C_1 和 C_2 分别为第一、第二次取样时的离子浓度。而 Cl^-、SO_4^{2-}、NO_3^-、Mg^{2+}、K^+、Na^+ 离子因差值太小,不容易看出变化规律,所以采用单要素污染指数法[4]计算,单要素污染指数法计算公式为 $I = C_2/C_1$,其中 I 为待评价离子的污染指数,C_1、C_2 含义同前。

3 水质评价与分析

3.1 地下河水质评价

对地下河进行水质评价目的是了解水质现状。将 2001 年水质分析资料 17 项分析结果(表 1)与地下水质量标准(GB/T14848 – 93)对照,结果发现:所有地下河 Cl^-、SO_4^{2-}、NO_3^-、I^-、F^-、Mn^{2+}、Zn^{2+} 和全 Fe 总溶解固体为Ⅰ类标准,NO_2^-、NH_4^+、Pb^{2+}、Cu^{2+}、As、Cd 和总 Cr 为Ⅱ类标准,Hg 为Ⅲ类标准,pH 值符合Ⅰ类或Ⅱ类标准。所以,地下河水质总体上质量较好。

3.2 地下河主要离子和指标变化趋势

2001 年部分地下河主要离子的 I、K 值见表 2。地下河水离子浓度或指标值变化可由 I、K 反映。当 $I \leqslant 1$ 或 $K \leqslant 0$ 时表明离子浓度或指标值降低或不变,当 $I > 1$ 或 $K > 0$ 时离子浓度或指标值升高。统计地下河离子和指标的 I、K 值(表 3)发现,明显变化的离子或指标有固形物、Cl^-、SO_4^{2-}、NO_3^-,其中固形物、SO_4^{2-}、NO_3^- 升高的地下河分别占地下河总数的 84%、91%、84%,固形物、SO_4^{2-}、NO_3^- 有升高的趋势。Cl^- 下降的地下河占地下河总数的 72%,Cl^- 有下降的趋势。

固形物、SO_4^{2-}、NO_3^- 升高幅度分别为:固形物平均升高 32.49mg/l,SO_4^{2-} 平均升高到第一次取样时的 2.36 倍,NO_3^- 平均升高到第一次取样时的 2.64 倍。Cl^- 平均下降到第一次取样时的 0.5 倍。

3.2.1 NH_4^+ 和 NO_2^- 离子

万方数据

表 1　2001 年取样的部分地下河水质分析成果表

Tab.1　Chemical contents of some underground rivers sampled in 2001

取样地点	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	HPO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+
天峨幅板么同科	250.04	0.86	7.00	3.00	0.05	76.15	7.29	0.30
南丹县大厂镇老菜园	201.18	0.86	12.00	3.00	0.05	64.13	4.25	0.60
东兰幅城关卜海村	232.80	0.86	5.00	4.00	0.05	74.15	2.43	0.60
平果县旧城乡达感村旁	221.30	2.58	9.00	6.20	0.05	74.15	3.65	0.70
武鸣县灵水风景区	221.30	2.58	2.00	3.90	0.05	69.14	4.25	0.70
马山县古零镇羊山下显屯前	218.43	2.58	7.00	5.80	0.05	63.13	10.33	0.70
宾阳县新宾镇三韦村茶炉村北 1.3km	160.95	6.89	5.00	6.00	0.05	48.10	5.47	0.70
乐业县幼平乡百郎村南	198.31	1.72	11.00	4.00	0.05	62.12	4.86	0.60
天等县都康乡多隆村 SW 侧	244.29	4.31	7.00	8.20	0.05	86.17	1.22	0.70
隆安县乔建乡延车村北侧 500m	247.17	0.86	6.00	4.20	0.05	80.16	3.65	0.70
武宜县禄新乡大榕村王村旁	270.16	3.45	7.00	9.00	0.05	64.13	18.84	0.70
龙州县孔承村东 1.0km	275.91	3.45	3.00	5.00	0.05	82.16	7.29	0.70
来宾县三州村北 50 度西 600m	195.43	1.72	5.00	4.00	0.05	58.12	4.86	0.70

取样地点	Na^+	NH^{4+}	As	Hg^{2+}	pH	总硬度	暂时硬度	固形物(mg/l)
天峨幅板么同科	2.50	0.04	0.010	0.0001	7.09	220.18	205.06	233.12
南丹县大厂镇老菜园	1.00	0.04	0.010	0.0001	7.94	177.64	174.40	200.28
东兰幅城关卜海村	1.20	0.04	0.010	0.0020	7.15	195.16	190.90	211.64
平果县旧城乡达感村旁	1.70	0.04	0.010	0.0001	7.15	200.16	181.50	211.73
武鸣县灵水风景区	1.70	0.04	0.010	0.0001	7.09	190.15	181.50	200.98
马山县古零镇羊山下显屯前	1.70	0.04	0.010	0.0001	7.29	200.16	179.14	202.48
宾阳县新宾镇三韦村茶炉村北 1.3km	1.70	0.04	0.010	0.0001	7.28	142.61	132.01	158.36
乐业县幼平乡百郎村南	1.20	0.04	0.010	0.0001	7.69	175.14	167.35	194.55
天等县都康乡多隆村 SW 侧	1.50	0.04	0.010	0.0001	6.92	220.18	220.31	234.37
隆安县乔建乡延车村北侧 500m	1.50	0.04	0.010	0.0001	6.97	215.17	202.17	223.66
武宜县禄新乡大榕村王村旁	1.50	0.04	0.010	0.0001	7.11	237.69	221.53	243.82
龙州县孔承村东 1.0km	1.50	0.04	0.010	0.0001	6.93	235.19	226.28	244.08
来宾县三州村北 50 度西 600m	1.20	0.04	0.010	0.0001	7.53	165.13	160.28	179.34

氮元素的其它两种存在状态 NH_4^+ 和 NO_2^- 含量微小,但升高趋势同样明显(图 2,3)。25 组 NO_2^- 数据中,NO_2^- 升高的有 13 组,占 52%,保持不变的有 3 组,降低的有 9 组。第一次取样时 NO_2^- 符合Ⅰ类标准的地下河占多数,第二次取样时所有地下河的 NO_2^- 符合Ⅱ类标准。21 组 NH_4^+ 数据中,NH_4^+ 上升的有 12 组,占 57%,保持不变的有 6 组,降低的 3 组。

3.2.2　重金属元素

重金属元素含量明显上升。共 20 条地下河有全 Fe 两次分析数据,其中全 Fe 升高的有 14 条,占 70%,保持不变的 2 条,降低的 4 条(图 4)。Cu^{2+}、Mn^{2+}、Pb^{2+}、Zn^{2+}、总 Cr 等重金属有数据的不超过 7 条地下河,但几乎所有的重金属都升高。

3.2.3　其它离子

地下河水中主要离子 HCO_3^-、Ca^{2+}、Mg^{2+}、K^+ 及总硬度、永久硬度都具升高趋势(表 2)。虽然 Mg^{2+} 离子升高的地下河只占 59%,但是 Mg^{2+} 升高幅度平均为 $I = 2.92$(只统计 $I > 1$ 的情况),这在所有离子中是最大的。32 条地下河中永久硬度升高的有 20 条,占 63%,11 条地下河永久硬度降低,保持不变的有 1 条(图 5)。

pH 值有降低的趋势,Na^+ 保持稳定。

综上所述,地下河水中离子浓度普遍具有上升趋势。明显升高的离子和指标是 SO_4^{2-}、NO_3^- 和总溶解固体,HCO_3^-、Ca^{2+}、Mg^{2+}、K^+ 及总硬度和永久硬度略

万方数据

表 2 地下河水不同组分的 K 和 I 值

Tab.2 Values of K and I for different components of underground rivers

编号	地 点	K					I					
		HCO_3^-	Ca^{2+}	pH	总硬度	固形物	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	Mg^{2+}	K^+	Na^+
1	南丹八圩乡拉友村	-1.00	1.80	-0.15	2.82	19.88	0.30	∞		0.83	0.09	
2	天峨幅板乡同科	-12.94	10.42	-0.11	46.99	13.12	0.24	∞	∞	3.16	0.01	
3	南丹县大厂镇老菜园	74.26	28.46	0.94	81.88	90.28	0.24	∞		2.50	0.10	
4	乐业县逻沙乡旁山脚下	131.72	45.89	0.38	115.25	113.02	0.81	1.00	3.64	1.12	2.00	0.33
5	东兰幅城关卜海村	-5.17	-0.40	-0.40	-4.20	0.66	0.30	1.00	0.80	0.71	3.00	0.40
6	凤山县公库塘	1.81	0.00	-0.11	0.74	6.13	0.40	3.00	0.56	1.00	1.09	1.00
7	都安县大兴乡拉堺	9.91	1.60	-0.27	4.88	17.70	0.18	5.00		1.00	0.65	
8	平果县旧城乡达感村旁	2.86	1.40	-0.53	14.33	12.05	0.81	3.00	1.19	2.99	1.40	1.42
9	武鸣县灵水风景区	21.15	6.22	-0.96	27.99	29.51	1.21	1.00		3.06	0.23	
10	天峨六排那令	-62.60	14.03	0.43	16.96	-36.75	0.22	∞		0.52	0.01	
11	河池市长老乡那品	-93.11	-19.84	0.58	-62.61	-57.75	0.30	∞		0.48	0.11	
12	乐业县幼平乡张府南 200m	-32.86	-10.22	0.09	-19.28	-9.41	1.21	1.13	6.00	1.28	1.50	1.11
13	马山县古零镇羊山村下显屯前	-14.06	1.61	-0.29	0.27	2.09	0.61	1.75	3.63	0.90	2.00	
14	凌云县县城北侧山脚(水源洞)	3.59	1.00	-0.09	1.86	8.43	0.35	∞	1.50	0.77	2.00	0.50
15	东兰幅东兰城厢达莫地下河出口	10.97	1.01	-0.21	13.19	11.84	2.46	1.15	4.00	4.98	1.50	1.36
16	宾阳县新宾镇三韦村茶炉村北 1.3km	18.77	3.41	-0.37	26.38	38.40	3.89	∞		4.48	0.61	
17	凤山县月里乡坡心村同桂屯 N 侧山边	1.58	-7.01	-0.17	0.86	9.67	0.30	4.00	1.67	11.81	1.50	0.86
18	巴马县甲篆乡坡月村板别北侧山边	-5.12	1.00	-0.03	-0.48	5.47	0.22	2.00	1.50	0.74	2.00	0.95
19	东兰县武篆乡东里村板别北侧山边	6.97	-2.01	-0.11	2.09	6.78	0.40	1.25	1.10	2.08	1.20	1.32
20	南丹县小场镇车马	-5.52	3.20	0.87	-10.89	2.37	0.19	2.00		0.34		
21	大化县贡川乡坡洪村西南侧河边	2.38	-2.01	0.50	-4.13	7.51	0.73	1.25	3.33	1.00	1.50	1.00
22	乐山县幼平乡百郎村南	15.25	6.01	-0.09	28.11	41.26	0.97	4.58	1.33	2.67	1.20	1.20
23	天峨县更新乡北侧山脚	4.86	2.00	-0.42	5.43	153.74	1.21	2.17	1.67	1.00	0.39	1.09
24	册外幅德保都安公社百布	-118.64	-45.09	0.15	-96.55	-127.59	0.35	2.00	0.58	3.01	2.33	1.00
25	天等县都康乡多隆村 SW 侧		7.61	-0.98	16.73	25.38	11.97	2.33		0.63	0.61	
26	隆安县乔建乡延车村北侧 500m	5.53	7.01	-0.84	24.71	18.74	1.21	2.00		1.87	0.13	
27	武宜县禄新乡大榕村王村旁	5.33	6.61	-0.53	17.50	29.71	3.25	∞	3.00	1.01	1.56	1.61
28	龙州县孔承村东 1.0km	56.92	15.36	-0.17	53.09	60.17	1.75	3.66		1.88	4.67	1.88
29	龙州县响水镇念民 NW500m	-36.75	-20.10	-0.59	-35.39	-25.46	0.87	2.42		2.66	3.43	3.08
30	来宾县小平阳龙山村北往西 1.0km	0.17	-0.80	-0.15	3.86	14.07	0.97	2.50		1.38	0.51	
31	柳城县太平镇龙寨地下河	15.65	-74.15	-0.16	20.79	15.90	0.66	1.38	2.00	2.67	1.33	1.43
32	柳江县流山镇逢吉地下河出口	-0.06	-5.58	0.50	-3.47	123.39	0.58	2.33	1.73	1.97	1.50	1.69

表 3 水质组分增加的地下河所占的比例

Tab.3 Percentage of underground rivers which have raised chemical concentrations

离子或指标	HCO_3^-	Ca^{2+}	pH 值	总硬度	固形物	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	Mg^{2+}	K^+	Na^+
$K>0$(%)	61	63	28	69	84	-	-	-	-	-	-
$I>1$(%)	-	-	-	-	-	28	91	84	59	61	58
有资料地下河条数	31	32	32	32	32	32	32	19	32	31	19

注：- 为非测离子或指标。

万方数据

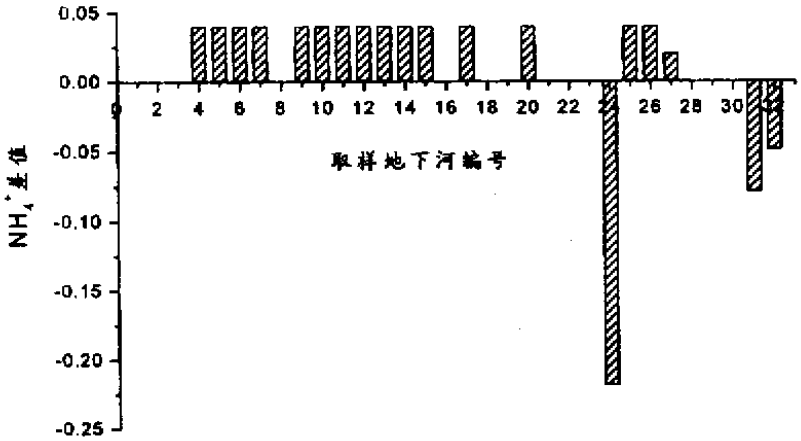

图 2　NH_4^+ 浓度变化

Fig.2　Change of NH_4^+ concentration

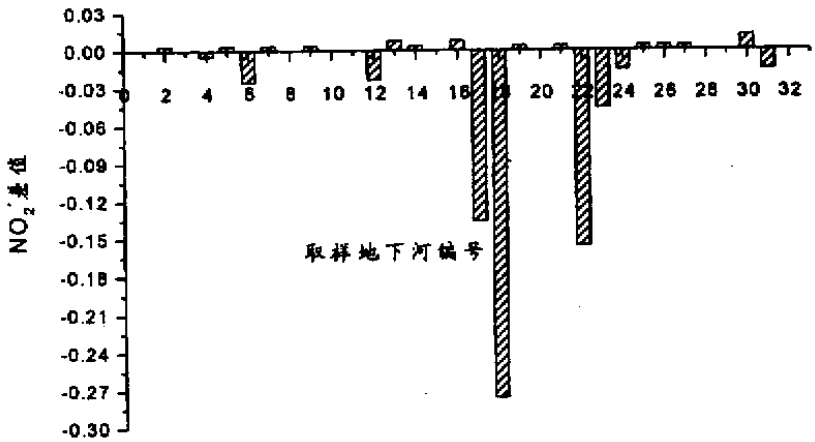

图 3　地下河水中 NO_2^- 浓度变化

Fig.3　Change of NO_2^- concentration

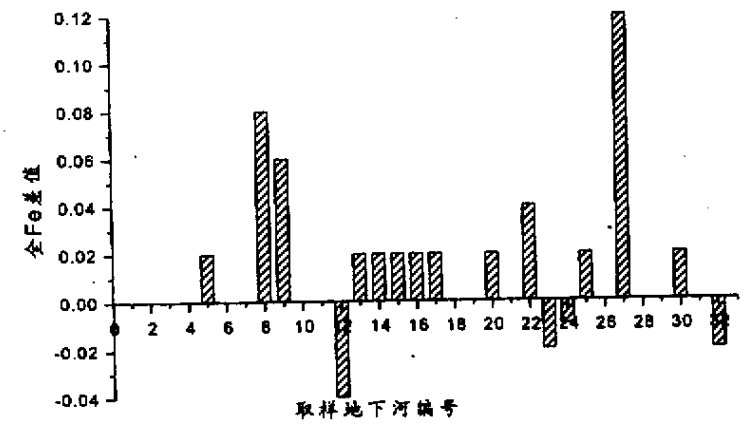

图 4　地下河水中全 Fe 含量变化

Fig.4　Change of total Fe

万方数据

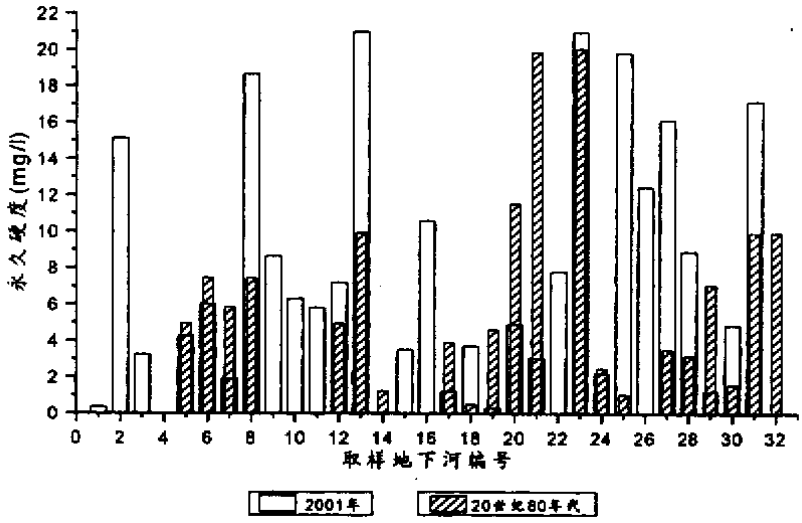

图 5 20 世纪 80 年代与 2001 年地下河水质的永久硬度的对比

Fig.5 The difference of permanent hardness between early 1980 's and the year 2001

有升高,pH 值有降低趋势,Na^+ 保持稳定。具有特殊变化趋势的是 Cl^-。

3.3 地下河水离子浓度变化与社会发展的关系

两次取样相隔 20 年,这期间正是中国社会快速发展的时段。在这个阶段,广西的人口、农业、工业、能源消费等都有大幅度的增加。例如,南宁、河池和百色地区人口由 1982 年的 1220.78 万人上升到 1999 年的 1291.16 万人,升高了 5.77%。人类活动增加,农业用地减少,工业活动增强。该三个地区土地面积由 1982 年的 107426 km^2 减少到 1999 年的 99278km^2,耕地面积由 1982 年的 1518.94 万亩减少到 1999 年的 1368.74 万亩。化肥施用量(折纯量)由 1982 年的 83340t 上升到 1999 年的 384967t,上升幅度为 361.92%[5]。在消耗的能源结构中煤、石油占优势。煤和石油燃烧、矿藏的开采及农业大量施用化肥会引起环境酸化[6],其反应方程式[7]为:

$$NH_4^+ + 2O_2 \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + H_2O$$

$$4NH_3^+ + 9O_2 \rightarrow 4NO_3^- + 6H_2O$$

$$2SO_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$$

在碳酸盐岩分布的酸不敏感区,酸性物质会加速碳酸盐岩的风化,使水的永久硬度、NO_3^- 和 SO_4^{2-} 浓度升高。自然状态下,碳酸盐岩风化的化学反应式为:

$$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \rightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3^- \text{(灰岩)}$$

$$2CO_2 + MgCa(CO_3)_2 + 2H_2O \rightarrow Mg^{2+} + Ca^{2+} + 4HCO_3^- \text{(白云岩)}$$

这种化学反应的结果是 Ca、Mg 的当量浓度等于 HCO_3^- 的当量浓度,即水的暂时硬度等于总硬度,不会产生永久硬度。人类活动产生的酸(HNO_3、H_2SO_4)与碳酸盐岩反应既会产生 Ca、Mg、HCO_3^-,又会产生(增加)永久硬度。从图 6 可以看出表示永久硬度、SO_4^{2-}、NO_3^- 的三个点或二个点全在"零线"以上的有 20 条地下河,占总数的 63%,基本反映了 SO_4^{2-}、NO_3^- 与永久硬度共同升高的关系。少数地下河出现永久硬度降低 SO_4^{2-}、NO_3^- 升高的现象,可能是有其它阳离子的存在或 Ca^{2+}、Mg^{2+} 被吸附的结果。

工业"三废"、生活污水及过量施用化肥等都会引起地下河水质的变化[8]。污水通过落水洞直接排泄到地下河中,或者通过裂隙下渗进入地下河,这是地下河污染的主要方式。污水中含有的 SO_4^{2-}、NO_3^-、重金属等直接进入地下河会导致固形物、NO_3^-、SO_4^{2-} 和重金属的增加。

72%的地下河 Cl^- 浓度下降,可能与农家肥使用量的减少有关。

HCO_3^-、Ca^{2+}、Mg^{2+} 和总硬度的升高,及 pH 值的降低还与全球气候变暖、大气 CO_2 浓度升高有关。据岩溶学的理论,CO_2 浓度影响碳酸盐岩的平衡[7],气候变暖会引起土壤微生物活性和植物的呼吸作用增强,从而导致土壤 CO_2 浓度的升高。土壤、大气 CO_2 浓度的增加会促使更多的碳酸盐岩溶解及水中 CO_2 分压的升高。就会出现 HCO_3^-、Ca^{2+}、Mg^{2+} 和总硬度升高,和 pH 值降低的结果。

以上主要从人类活动方面来考虑造成地下河水离子含量增加的原因。但另一方面,降水丰、枯周期

万方数据

年的变化也会导致地下水主要化学组分的增减[9]。这几个地区地下河水离子随降水周期变化的规律性还有待于探讨。

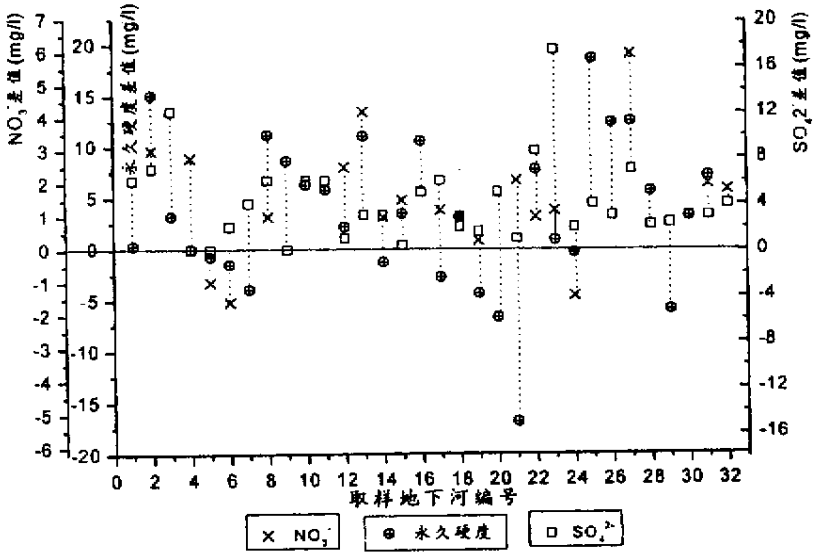

图 6　地下河水中 NO_3^-、SO_4^{2-} 和永久硬度相关变化图

Fig.6　Relationship of NO_3^-、SO_4^{2-} contents and permanent hardness

4　防治措施

地下水污染具有隐蔽性、难以逆转性等特点。它的污染方式有直接来源,也有间接来源。地下水的污染途径也较复杂。因此,必须严格保护好现有水源地,扩大供水远景。建议采取的措施有:

(1)采取减少硫的排放、合理施肥、对农村生活污水实行集中处理等手段,从源头上治理污染。重点治理由采矿引起的水污染问题。

(2)建立典型地下河水质监控网,及时预报水质变化趋势,为采取防治措施提供依据。

(3)走可持续发展之路,以改善生态环境为根本和切入点,制定统一的流域水资源保护规划,树立水资源和水环境的忧患意识,改善岩溶区土地利用方式,治理石漠化。

5　结　论

广西全区地下河 604 条,枯季流量 191m^3/s,岩溶水资源占全区地下水资源的 66%,岩溶地下水资源对人类的生产活动至关重要。广西地下河水质在 20 年间发生了明显的变化。一些离子浓度明显增高,反映岩溶地下水污染的重要指标——永久硬度也有所增高,这说明地下河普遍已经受到污染或有污染趋势。这种污染和整个环境的酸化及岩溶地区农业活动息息相关,地下河水质与土地利用关系更为密切,在新一轮国土资源调查中,应加强这方面的工作。各地区的地下水资源的保护应与土地管理统一起来,以抑制水质的进一步恶化。

致　谢　本文 20 世纪 70 年代末、80 年代初的水质分析资料由广西水文队供给,特此感谢。在写作过程中,得到袁道先院士、刘再华研究员的悉心指导,在此一并感谢。

参考文献

[1]　袁道先,等.中国岩溶学[M]. 北京 地质出版社.1993.

[2]　袁道先,蔡桂鸿.岩溶环境学[M]. 重庆出版社.1998.

[3]　广西地方志编纂委员会.广西通志(岩溶志)[M]. 广西人民出版社.2000.

[4]　沈照理,朱苑华,等.水文地球化学基础[M]. 地质出版社.1993.

[5]　广西统计年鉴[M]. 中国统计出版社. 2000.

[6]　韩行瑞,高红波,等. 大规模采煤对岩溶区水环境的影响[J]. 中国岩溶. 1994,13(2).

[7]　陈静生,关文荣,等. 长江中、上游水质变化趋势与环境酸化关系初探[J]. 环境科学学报. 1998,18(3).

[8]　卜华. 邹城市双村岩溶水系统地下水环境质量现状评价. 山东地质[J]. 2000,16(1).

[9]　刘金荣,周玲玲. 岩溶地下水化学组分随降水周期变化的规律性——以桂林、柳州地区为例[J]. 广西地质. 1996, 9(3).

(下转第 205 页)

万方数据

ANALYSIS ON THE VARIATIONS OF GROUNDWATER QUALITY IN JINAN SPRING BASIN

LI Da-qiu, GAO Yan, WANG Zhi-guo, WANG Dong-hai
(*Jinan Institute of Environmental Sciences, Jinan, Shandong* 250014, *China*)

Abstract: Study on the variation of groundwater chemical components of Jinan spring basin shows that the concentration of all the items, such as total hardness, SO_4^{2-}, Cl^-, NO_3^-, is increased with the enhancement of human activity, and ionic concentration rises rapidly in the recent time. The groundwater is polluted more and more intensely and the water quality gets worse and worse from indirect recharge area via direct recharge area to discharge area.

Key words: Groundwater quality; Total hardness; Jinan spring basin

(上接第 201 页)

ASSESSMENT ON THE WATER QUALITIES OF MAJOR SUBTERRANEAN RIVERS IN GUANGXI AND THEIR CHANGING TREND

GUO Fang, JIANG Guang-hui, PEI Jian-guo, ZHANG Cheng
(*Institute of Karst Geology, CAGS, Karst Dynamics Laboratory, MLR, Guilin, Guangxi* 541004, *China*)

Abstract: Water qualities, changing trend and causes of change of 20 major ions in the water of subterranean rivers in Guangxi Autonomous Region are evaluated based on the analysis to 64 samples gathered at the end of 1970's and the beginning of 1980's and the beginning of the 21st century from 32 typical underground rivers. The results show that most of ions accord with Ⅰ, Ⅱ standards prescribed by Groundwater Quality Standard (GB/T 14848-93), water quality is comparatively good, but the ion concentration is increasing generally, and the water quality is getting worse correspondingly. Among them, SO_4^{2-}, NO_3^- and total dissolved solid are increased most remarkably, HCO_3^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, total hardness and permanent hardness are increased, but Cl^-, pH value decreased. The reason for the variation of ions is related to environmental acidification and the oxidation of increasing nitrogenous fertilizer run off from farmland.

Key words: Subterranean river; Water quality; Single factor index; Guangxi

万方数据