



# 柳江流域岩溶地下水质量与污染评价

杨林 朱明 何愿

(广西壮族自治区地质环境监测站,广西 桂林 541004)

**【摘要】** 为了解气候变化和人类活动对柳江流域岩溶地下水质量的影响,本文利用在该流域岩溶地下水污染调查时所取得的数据,分别采用单因子评价法和单因子污染标准指数法对其进行了地下水质量和污染评价。评价结果表明:柳江流域岩溶地下水可直接饮用(Ⅱ~Ⅲ类水)的占82.12%,经适当处理可以饮用(Ⅳ类水)和不能直接饮用(Ⅴ类水)的分别占9.27%和8.61%,流域整体上处于轻度污染,局部地区污染较重。

**【关键词】** 地下水质量;地下水污染;评价;柳江流域;岩溶地下水

中图分类号: X824

文献标志码: B

文章编号: 2096-0131(2020)09-046-04

## Quality and pollution assessment of karst groundwater in Liujiang River basin

YANG Lin, ZHU Ming, HE Yuan

(Guangxi Zhuangzu Autonomous Region Geological Environment Monitoring Office, Guilin 541004, China)

**Abstract:** In order to realize the impact of change climate and human activity to karst groundwater quality in Liujiang River basin. In this paper, the groundwater quality and pollution were evaluated by single factor evaluation method and single factor pollution standard index method, using a large number of data obtained from the investigation of karst groundwater pollution in Liujiang River basin in the southwest of China. The evaluation results show that 82.12% of karst groundwater can be directly consumed (class II-III water), and 9.27% and 8.61% of groundwater can be directly consumed (class IV water) and cannot be directly consumed (class V water) after proper treatment, respectively. The basin is slightly polluted as a whole, and local areas are seriously polluted.

**Key words:** groundwater quality; groundwater pollution; evaluation; Liujiang River basin; karst groundwater

西南岩溶区是全球连片分布面积最大的碳酸盐分布区,且降水丰沛,气候湿热,岩溶十分发育,岩溶地下水系统复杂而脆弱,对气候变化和人类活动的响应十分显著<sup>[1-2]</sup>。岩溶区天然防渗过滤层很薄,甚至裸露,

岩溶地下水极易受到污染,是岩溶地区经济和生态良性发展的制约因素<sup>[3-4]</sup>。本文以广西柳江流域为研究区,通过对流域内主要岩溶地下水点的地下水质量与污染进行评价,分析流域地下水质量和污染现状及其

收稿日期: 2019-02-10

基金项目: 国土资源部地质调查项目(1212011121166)

作者简介: 杨林(1984—),男,工程师,硕士,主要从事水文地质环境地质调查工作。

影响因素,对岩溶地下水资源利用和水生态可持续发展具有重要的意义。

## 1 区域水文地质概况

### 1.1 自然地理

柳江流域位于桂中地区,地貌总体为岩溶平原溶岗溶丘地貌,呈盆地状。河流大多沿倾斜面地势从西北向东南流,形成树枝状水系。柳江为珠江流域西江水系的第二大支流,全长 755km,流域面积为 58400km<sup>2</sup>,较大支流有寨蒿河、寻江、融江、龙江、洛清江等。柳江流域属于中亚热带季风气候,年均气温 18~20℃,年降水量为 1300~1940mm,4—8 月为雨季,降雨量占全年的 70% 以上。本次柳江流域岩溶地下水调查区主要包括融江、龙江流域及柳江中下游段,面积约 20000km<sup>2</sup>。以岩溶地貌为主,沿河阶地、耕地集中,人口稠密。

### 1.2 水文地质条件

研究区内泥盆、石炭、二叠系地层碳酸盐岩发育,岩石质纯、易溶,大面积连续分布。由于构造运动,西、北部强烈上升,导致柳江流域上游的龙江、融江地下水坡度大。在强烈上升环境中,破碎带及共轭节理使地下水河流、溶洞发育快,岩溶强烈发育。区内广泛分布上百条地下河,分别汇集各集水区地下水,完成自然界水循环。柳江下游由于地壳上升缓慢,长期是汇水环境,岩溶侧向发育,地貌多形成峰林或宽谷平原。地下管道系统发育较均匀,形成含水层中网络系统,故柳江下游平原上多溶潭溶井,地下河不明显。地下水位埋深浅,岩溶水分布较均匀。

裂隙水主要赋存于前泥盆系碎屑岩中,广泛分布于北部九万大山、元宝山、天平山及东部大瑶山,多属潜水。该流域因第四系不发育,又因松散堆积主要是黏性土,故孔隙水在该区分布有限,主要见于谷地及柳江两岸阶地堆积中。

## 2 采样与测试

依据区域水文地质条件、土地利用和污染源分布

状况,在区域控制的基础上,优先选择重要地下水源地,国家级、省级地下水监测孔,岩溶大泉(泉群)、重要污染源附近的监测井等井孔或水点进行取样。岩溶水点选择流动性水点进行布设,其中枯季流量大于 50L/s 的岩溶大泉和地下河出口点为必须取样点。汇水面积超过 50km<sup>2</sup> 的区域为必须取样区,视岩溶水点出露情况布置采样点。选择在区域上具有代表性的水点(井、泉等)作为采样点,同时对松散岩类孔隙水、碎屑岩裂隙水作适当地控制。采样时间为平水期。本次调查过程中特别强调严格质量控制,包括样品野外采集质量控制和室内测试质量控制。采集地下水样点 151 个,所取水样多为岩溶大泉水或地下河出口水,测试指标为 70 项,包括现场物理化学指标、无机物指标和有机指标。

## 3 地下水质量和污染评价方法

### 3.1 地下水质量评价方法

本次评价综合《地下水污染地质调查评价规范》(DD2008—01)和《地下水质量标准》(GB/T 14848—2017),确定参评基础指标共 49 项,见表 1。地下水质量单指标评价,按指标值所在的指标限值区间确定地下水质量类别,指标限值相同时,从优不从劣<sup>[5]</sup>。地下水质量综合评价,按单指标评价结果的最差类别确定。

表 1 地下水质量评价指标

指标类别	指标名
一般化学指标 (13 项)	pH 值、铁、锰、铜、锌、铝、氯化物、硫酸盐、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、氨氮、钠
无机毒理指标 (5 项)	碘化物、氟化物、硝酸盐、亚硝酸盐、硒
毒性重金属指标 (5 项)	砷、镉、六价铬、铅、汞
挥发性有机指标 (21 项)	三氯甲烷、四氯化碳、1,1,1-三氯乙烷、三氯乙烯、四氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、三溴甲烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、氯苯、邻二氯苯、对二氯苯、苯、甲苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯
半挥发性有机指标 (5 项)	总六六六、 $\gamma$ -BHC(林丹)、总滴滴涕、六氯苯、苯并(a)芘



表4 IV ~ V类水影响因子贡献率

水质类型	项 目	亚硝酸盐	pH 值	锰	砷	氟化物	铁	耗氧量
IV类水	样品数/个	8	2	2	2	1	1	1
	贡献率/%	57.14	14.29	14.29	14.29	7.14	7.14	7.14
V类水	样品数/个	12				1		
	贡献率/%	92.31				7.69		

菜地、村庄、乡镇为主,所处地形均易汇水,为地下水系统排泄区,所以亚硝酸盐指标受农业活动影响最大,其次为村屯城镇生活废水排放、工业废水排放影响。砷、锰指标也多受农田施用农药化肥影响。铅、氟化物指标,受养殖废水、生活排污沟分布、漏失影响。pH 值指标则受成土母岩环境影响。

### 5 地下水污染评价

根据多指标地下水污染综合评价结果,柳江流域无污染样品 3 个,占总样品数的 1.99%;轻污染 97 个,占 64.24%;中污染 27 个,占 17.88%;较重污染 4 个,占 2.65%;严重污染 3 个,占 1.99%;极重污染 17 个,占 11.25%。地下水污染综合评价结果见图 2。

整体上,流域处于轻度污染,局部地区出现中—极重污染。污染因子为亚硝酸盐、硝酸盐、砷、汞、铅、氨氮 6 个指标,以硝酸盐、砷污染最为普遍,其次为亚硝酸盐极重污染,其他影响指标零星分布。其中,柳江流

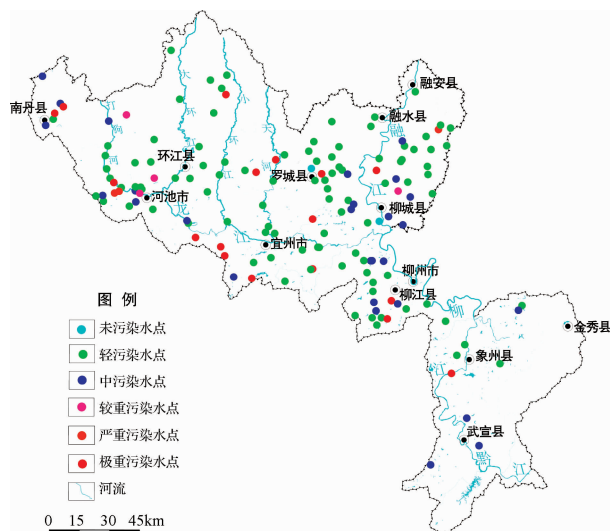


图2 柳江流域地下水污染综合评价

域 11.26% 的样品出现亚硝酸盐极重污染,1.99% 的样品出现砷严重污染,1.32% 的样品出现汞较重污染。较重污染—极重污染指标见表 5。

表5 较重污染 ~ 极重污染指标

污染等级	项 目	亚硝酸盐	砷	汞	硝酸盐	铅	氨氮
较重污染	样品数/个		1	2	1	1	1
	占总样品数百分比/%		0.66	1.32	0.66	0.66	0.66
严重污染	样品数/个	1	3				
	占总样品数百分比/%	0.66	1.99				
极重污染	样品数/个	17					
	占总样品数百分比/%	11.26					

柳江流域地下水有机组分检出率为 1.99%,为甲烷和三氯甲烷,采样点上游无明显污染源,可能跟农业生产活动有关。

### 6 结 论

本次以区域调查、取样为主要工作手段,评价地下

水质量和污染状况,结果主要反映柳江流域岩溶区地下水质量和污染状况。评价结果表明,柳江流域岩溶地下水质量良好,影响因子主要为亚硝酸盐、氟化物、砷和 pH 值,受农业活动影响最大。柳江流域岩溶地下水整体上处于轻度污染,以三氯污染、砷污染最为普遍,主要受农业施用农药化肥、有机肥(下转第 33 页)