

浅谈岩溶地区区域地下水质量评价

——以贵州鸭池河—构皮滩流域为例

罗维,杨秀丽,犹俊,杨丽君

(贵州省地质环境监测院,贵州 贵阳 550004)

[摘要]针对“西南岩溶地区地下水污染调查评价”项目中的区域水质评价问题,项目组在项目实施过程中,基于地下水系统理论,在调查评价规范的基础上,以乌江中游鸭池河—构皮滩流域为例就岩溶地区区域地下水水质调查评价方法做了一些深入和拓展。具体为:在细分研究区地下水系统、筛选控制性水点的基础上,有的放矢地开展野外调查工作,结合调查成果和各系统水文地质条件,确定采样测试点,开展单点水质评价,对超标因子和原因深入分析,最终结合上述工作成果来划分区域水质分区。实践表明其评价结果能够较为准确的反映研究区区域地下水质量,该方法具有较好的可操作性和应用价值。

[关键词] 岩溶地区;地下水质量;调查评价

[中图分类号] P641.134;P641.12 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2014)02-0150-04

1 前言

通过近三年的项目实施和综合研究,基于地下水系统理论,在调查评价标准的基础上,对岩溶地区区域地下水水质调查评价方法做了一些深入和拓展,并将其应用于“乌江中游鸭池河—构皮滩流域”的岩溶区域地下水质量调查评价工作中。其评价结果能够较为准确的反映研究区区域地下水质量,也显示出这样的调查评价方法具有较好的可操作性和应用价值。

2 研究区背景

乌江中游鸭池河—构皮滩流域位于贵州省中部,行政区划上涵盖了息烽县全部,开阳、瓮安大部,此外修文、余庆、湄潭、福泉等县均有小部分位于区内。研究区属北亚热带湿润性季风气候区,多年平均降雨量为1 184.76 mm,雨季为每年的6-9月;地表水系为乌江中游干流和九庄河、息烽河等乌江一级支流,地表流网密度以瓮安和息烽县境内最大。研究区以寒武系、三叠系碳酸

岩盐出露面积最广,地貌上主要为溶蚀侵蚀型,峰丛谷地、峰丛沟谷在区内广泛分区,岩溶地下水是全区最具供水意义的地下水类型。

3 区域地下水质量调查评价

3.1 前期准备

为了有的放矢的实施野外调查,项目前期应充分收集资料,并开展综合研究。针对“岩溶地区区域地下水质量评价”这一命题,应重点收集研究区内的水文地质基础资料,重大工矿企业、城镇、园区等潜在污染源相关资料,在此基础上按岩溶地下水出露条件^[2]划分地下水系统,并综合分析各系统的水文地质条件,对区域水质控制性水点进行初步筛选,作为野外工作中的重点调查对象。

乌江中游鸭池河—构皮滩流域共划分了107个地下水系统,其中地下河系统(A)44个、岩溶泉系统(B)7个、集中排泄带岩溶地下水系统(C)35个、分散排泄带岩溶地下水系统(D)21个;筛选出区域水质控制性水点159个,其中地下河出口66处,岩溶大泉97个,人工机井6个;具体分布见下图。

[收稿日期] 2014-04-01

[基金项目] 中国地质调查局地质调查项目(1212011121164)。

[作者简介] 罗维(1982—),男,工程师,主要研究方向:地下水污染与防治。

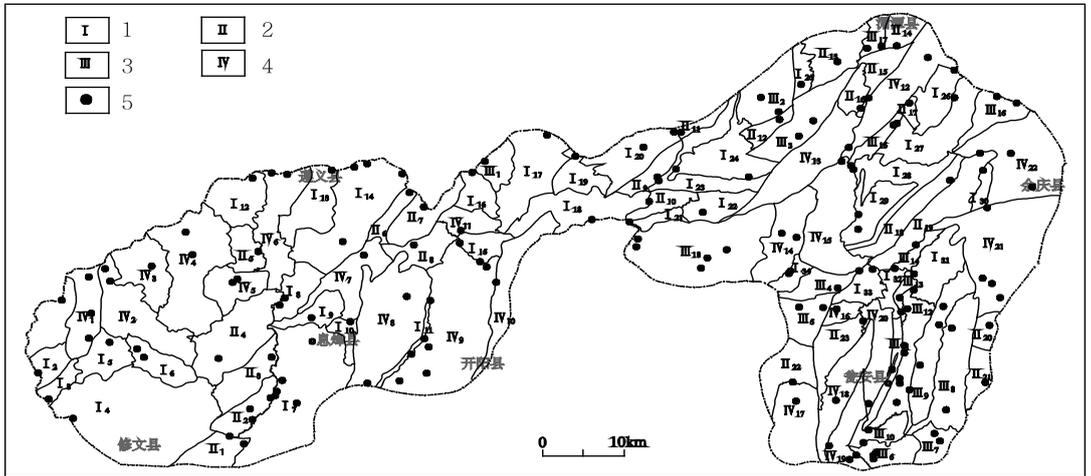


图1 鸭池河-枸皮滩流域地下河系统及控制性水点分布图

Fig. 1 The underground river system and control water spot distribution in Yachihe-Goupitan area

1—地下河系统;2—集中排泄带岩溶地下水系统;3—岩溶泉系统;4—分散排泄岩溶地下水系统;
5—控制性水点位置

3.2 野外工作

野外工作的主要内容为水文地质调查、污染源核查和样品采集,主要调查内容、调查方法与要求,样品采集运输测试技术要求均依照相应的标准规范^[3]执行,本文不再重复。因工作比例和经费限制,采样点密度较低,如何确保采样点的最优化,是决定区域水质评价结果是否最大程度反映实际情况的关键因素。在项目的实际操作中,依据以人为本的原则,综合考虑各地下水系统的水文地质条件、地下水开发利用现状、潜在污染源,在区域水质控制性水点中选择采样点。研究区所选采样点又可分为以下四类。

A、地下水水源地。研究区的瓮安息烽属于地下水开发利用程度较高区,其利用方式以天然水点的提引蓄为主,机井开采为辅。为保障人民群众的饮水安全,集中供水的地下水水源地均应开展采样测试,其测试评价成果还应及时反馈至地方政府,以便开展地下水环境保护工作。研究区共选择本类采样点42处。

B、地下水备用水源地。研究区内存在部分水量大、出露位置高,具有较大开发利用价值的天然水点,且多处已被地方政府列入了备用水源地。为服务地方政府社会经济发展,确保供水安全和生态安全,本次工作共选择本类采样点26处。

C、可能污染点。研究区污染源多为矿山、化工企业,如息烽小寨坝、开阳金钟双流、瓮安银盏

玉华等地的磷化工,修文六桶大石的煤矿山,瓮安平定营、开阳的磷矿山等。此外人口集中的城镇、集镇,由于缺乏集中规划的排污管道和处理设施,也可以视为潜在生活污染源。结合研究区污染源调查成果,在区域水质控制性水点中,选择了4个可能污染点,通过采样测试来初步分析水点的污染现状和程度,以便提前布置防治措施。

D、污染点。通过实地调查和现场测试,在区域水质控制性水点中共确定污染点6处。在小比例尺调查评价工作中,对确定的污染点,通常不需要再进行采样分析,但针对较为典型的污染点,仍可列为采样点。主要是结合污染点的水文地质条件、污染源特征,初步分析其污染途径,为本区岩溶地下水污染防治对策研究提供基础资料。本次工作共选择2处污染点开展采样分析。

3.3 综合评价

综合评价包括了单点水质评价和区域水质评价两部分。单点水质评价按照地下水质量标准^[4]进行,而区域水质评价与表达则是本次研究的难点,前面所有工作都是围绕如何准确评价岩溶地区区域地下水水质而进行的。应以前文划分的地下水系统为基本单位开展在区域水质分区,划分时还应遵循以下要求:①无明显污染源分布,人口分散,且无水质测试数据的地下水系统,应视为人为活动影响程度小的背景值区。本次工作单点水质评价中未见I类水点,因此该类区域均划

为Ⅱ类水区。②仅有Ⅱ、Ⅲ类水质点分布的地下水系统,应结合该系统的补径排条件和水质点分布,分段划分区域水质。③在Ⅳ、Ⅴ类水质区域划分的过程中,应充分考虑超标原因。因地质背景原因超标的,须综合考虑水文地质条件和古沉积环境来划分地下水水质异常区;因人为污染影响而超标的,须根据污染源位置、污染途径和水文地质条件来划分Ⅳ、Ⅴ类水质区。

4 评价结果与分析

本次工作采集地下水水样 74 组,收集地下

水水质测试资料 56 份。单点水质评价结果显示:130 个参评水点中,未见Ⅰ类水点,Ⅱ-Ⅲ类水点共 108 个占绝大部分,而Ⅳ-Ⅴ类水点共 22 个(表 1),分布在 14 个地下水系统内。区域地下水水质划分结果显示:研究区地下水质量整体较好,无Ⅰ类水区,Ⅱ-Ⅲ类地下水区域占总面积的 97.11%,Ⅳ-Ⅴ类地下水区域仅占总面积的 2.89%;其中息烽阳郎河团圆山地下河系统(A7)、息烽养龙司河地下河系统(A14)、瓮安县平定营平定街集中排泄带岩溶地下水系统(C6)是研究区地下水水质较差区。具体分布见图 2。

表 1 研究区水质超标离子明细表

Table 1 Detailed diagram of water quality beyond standard ions in the target area

系统位置和编号	采样点	地下水质量分级	超标组分	可能的原因
修文大石-小菁(A ₄)	GZ158	V类	Al;Fe	工业污染
息烽石侗响水(A ₆)	GZJ31	Ⅳ类	Al	地质背景成因
	GZ147	V类	NO ₂ ⁻	生活污染
息烽阳郎团圆山(A ₇)	GZJ15	Ⅳ类	总硬度(CaCO ₃)	地质背景成因
	GZJ40	Ⅳ类	NO ₂ ⁻	生活污染
	GZJ41	Ⅳ类	NO ₂ ⁻	生活污染
息烽小寨坝黑神庙(A ₈)	GZJ35	Ⅳ类	SO ₄ ²⁻ ;NO ₂ ⁻	工业污染
	GZJ36	Ⅳ类	NO ₂ ⁻	
息烽养龙司(A ₁₄)	GZJ37	V类	SO ₄ ²⁻ ;总硬度(CaCO ₃)	工业生活混合污染
	GZJ38	V类	总硬度(CaCO ₃); SO ₄ ²⁻ ;溶解性总固体;F ⁻	
瓮安木引槽-高水(A ₂₃)	GZ121	Ⅳ类	Al	地质背景成因
息烽温泉马庄坪(B ₆)	GZJ34	Ⅳ类	总硬度(CaCO ₃)	地质背景成因
息烽温泉-永温(B ₈)	GZJ4	V类	Al;Fe	工业污染
	GZ131	Ⅳ类	Fe	
瓮安平定营平定街(C ₆)	GZ133	V类	SO ₄ ²⁻ ;总硬度(CaCO ₃)	工业生活混合污染
	GZ177	Ⅳ类	NO ₂ ⁻	
瓮安瓮安河(C ₁₁)	GZ136	Ⅳ类	Mn;NO ₂ ⁻ ;总滴滴涕	农业污染
	GZJ50	Ⅳ类	Mn;NO ₂ ⁻	农业污染
开阳龙水乡(C ₁₈)	GZJ23	Ⅳ类	Al	工业污染
息烽九庄(D ₂)	GZ113	Ⅳ类	NO ₃ ⁻	生活污染
开阳双流镇(D ₉)	GZ144	Ⅳ类	Mn;	工业污染
瓮安玉山镇(D ₁₄)	GZJ14	Ⅳ类	F ⁻	工业污染

评价结果显示:①三氮是研究区最主要的超标离子,其中亚硝酸根超标 8 点次、硝酸根超标 1 点次,零星分布于人口较集中的城镇集镇周边,均为人为影响所致。根据调查结果,由农业生产引起的有 3 处,日常生活引起的有 4 处,另有 2 处为工业生活混合影响。②区内硫酸根、总硬度、溶解总固体分别超标 5、4、1 点次,

集中出现在 6 处水点内,其中 5 处含水层为三叠系下统永宁镇组和茅草铺组,1 处为寒武系娄山关组。均为地质背景成因超标,即中晚寒武世、早中三叠世研究区均为局限台地相^[5],由于其沉积环境为蒸发性的半封闭-封闭浅海,使得其沉积岩层中发育有石膏夹层,石膏夹层是导致地下水中硫酸根、总硬度、溶解总固体超标的直

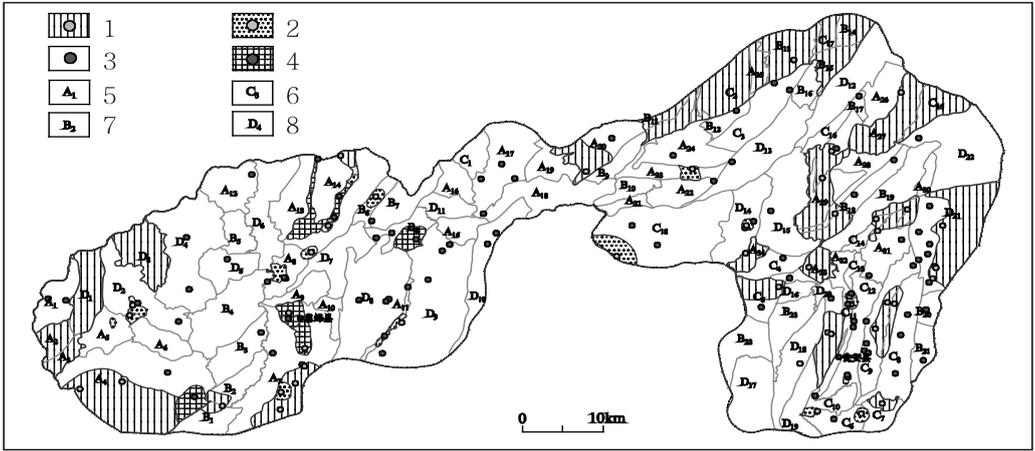


图 2 鸭池河至构皮滩流域区域地下水质量评价成果示意图

Fig. 2 Achievements of regional groundwater quality assessment in Yachihe-GoUpitan area

1—Ⅱ类水区及控制点;2—Ⅳ类水区及控制点;3—Ⅲ类水区及控制点;4—Ⅴ类水区及控制点;
5—地下河系统及编号;6—集中排泄带系统及编号;7—岩溶泉系统及编号;8—分散排泄系统及编号

接原因。③铝铁锰氟分别超标 5、3、3、2 点次,出现在 11 处水点中。除 2 处铝超标点疑为背景值异常外,其余均位于矿山、化工企业分布区,为人为影响所致,其中化工企业影响 5 处,煤磷矿山开采各影响 2 处。④有机污染指标中,仅总滴滴涕超标 1 点次。该点出露位置较低且周边多为水田,应为农业生产使土壤有机氯农药残留浓度较高,从而影响地下水水质。

4 结论

鉴于岩溶地区复杂多变的水文地质条件,其区域地下水水质评价应该是一个系统工作,为了准确评价和表达区域地下水水质情况,必须重视地下水系统划分和地下水采样点的选择;在区域水质分区时,不能简单的以点带面,而是应该在单点水质评价的基础上,深入分析区域水文地质条件,并结合野外调查成果和研究区古沉积环境,有理有据地开展分区划分。运用上述方法对乌江中游鸭池河—构皮滩流域开展了岩溶地区区域地下水质量评价,评价结果显示研究区内主要为Ⅱ—Ⅲ类地下水区域,Ⅳ—Ⅴ类地下水区域仅占总面积的 2.89%;其地下水水质主要受矿山化工企业影响,其次为生活和农村生产影响,此外由于地质背景导致地下水水质超标的情况在研究区内也较为多见。总

体而言,这种调查评价流程具有较好的可操作性,其评价结果能够较为准确的反映研究区区域地下水质量,对类似项目的开展具有一定程度的指导意义。

[参考文献]

[1] 袁道先. 对南方岩溶石山地区地下水资源及生态环境地质调查的一些意见[J]. 中国岩溶, 2000, 19(2): 103-108.
 [2] 裴建国, 梁茂珍, 陈阵. 西南岩溶石山地区岩溶地下水系统划分及其主要特征值统计[J]. 中国岩溶, 2008, 27(1): 6-10.
 [3] 地下水污染调查评价规范[S]. DD2008-1.
 [4] 地下水质量标准[S]. GB/T14848-2007(报批稿).
 [5] 贵州省地质矿产局区域地质调查大队编著. 贵州岩相古地理图集[M]. 贵州科技出版社, 1992.
 [6] 王焰新主编. 地下水污染与防治[M]. 高等教育出版社, 2007.
 [7] 王宇. 西南岩溶地区岩溶水系统分类特征及勘查评价要点[J]. 中国岩溶, 2002, 21(2): 114-119.
 [8] 段先前. 贵阳大干沟地区岩溶地下水渗漏污染研究:[硕士学位论文]. 贵阳: 贵州大学. 2008.
 [9] 邢立亭, 康风新. 岩溶含水系统抗污染性能评价方法研究[J]. 环境科学学报, 2007, 27(3): 501-508.
 [10] 张绍增, 岩溶地下水的污染及其防治[J]. 环境污染与防治, 1982, 4(2): 45-46.
 [11] 刘兆昌, 张兰生, 朱珉. 地下水系统的污染与控制[M]. 北京: 中国地质科学出版社. 1991.

(下转第 135 页)

4 调查结果

通过对遥感解译结果进行野外实地调查与验证,研究区内有开采面(点)160个,其中界内开采点85处、疑似无证开采6处、越界开采1处和关闭矿山68处;矿业活动占地面积为661.8公顷,其中中转场占地为490.2公顷、固体废弃物为116.3公顷、采场和矿山建筑分别为26.9公顷、28.4公顷;矿山地质灾害32处,其中崩塌滑坡29处、地裂缝3处。

5 结语

(1)基于矿山遥感解译的理论方法,系统总结了利用高分辨率遥感数据源开展矿山开采信息提取的技术方法,并结合研究区地理、地质等特

征,分析了矿业开发与地质背景的关系以及矿业开发过程中地物的相关性,建立了各类典型矿山地物遥感解译标志。

(2)采用GEOEYE-1高分辨遥感图像与GIS相结合的方法,并通过野外实地验证快速提取了研究区的矿山分布和开采情况等信息,较全面准确掌握了区内矿山开发现状。

[参考文献]

- [1] 杨金中,秦绪文,等. 矿山遥感监测理论方法与实践[M]. 北京:测绘出版社,2011.
- [2] 南竣祥,赵志芳,等. 云南宣威煤矿开发遥感调查研究[J]. 国土资源遥感,2012,93(2):121-124.
- [3] 胡兆量. 地理环境概述[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [4] 况顺达,赵震海. SPOT-5在矿山监测中的应用[J]. 地质与勘探,2005,41(3):79-82.
- [5] 况顺达,姚智,等. 贵州省喀斯特地质灾害遥感影像特征研究[J]. 贵州地质,2005,22(2):125-129.

Application of Remote Sensing in Mine Monitoring

—A Case Study of Dawan Mining Area of Shuicheng Coal Field in Guizhou

LI Si-fa^{1,2}, ZHAO Wei-li^{1,2}, LU Zheng-yan¹

(1. Guizhou Academy of Geologic Survey, Guiyang 550005, Guizhou, China; 2. China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China)

[Abstract] By the data source of GEOEYE-1 remote sensing image, for the characters of geography and geology in the target area, the primary theory and technology in mine information are summarized, the relation of mining development and geologic background and correlation of surface feature are studied, the remote sensing interpretation signs of each typical mine surface features are built up. By the summarized information and interpretation signs, the mine distribution and mining information of the target area extracted quickly, the mining condition in this area is known accurately and comprehensively.

[Key words] GIS; Remote sensing; GeoEye-1; Mine monitoring

(上接第153页)

Assessment of Regional Groundwater Quality in Karst Area

—A Case Study of Yachihe-Goupitan area in Guizhou

LUO Wei, YANG Xiu-li, YOU Jun, YANG Li-jun

(Guizhou Institute of Geo-environment Monitoring, Guiyang 550004, Guizhou, China)

[Abstract] According to the regional water quality assessment for 'Groundwater Pollution Investigation Assessment in Karst Area in Southwest China', by the theory and assessment regulation, Yachihe-Goupitan area is taken as the example, the assessment method of regional groundwater quality is studied deeply. On the basis of subdivide the groundwater system and select controlling point, the field investigation is done purposely, by the investigation and the hydro-geologic condition of each system, the tested simple point is ensured, the water quality of single point is assessed, the super factor and the reason are studied, then the regional water quality are zoned. The reality improves this method can reflect the regional groundwater quality accurately, so this method have good operability and application value.

[Key words] Karst area; Groundwater quality; Investigation and assessment