

沂源地区不同类型岩土淋溶水与浸泡水的化学特征分析

张洪英¹,高宗军¹,时孟杰¹,牟林凯¹,李伟²

(1.山东科技大学地球科学与工程学院,山东 青岛 266590;

2.中国地质调查局水文地质环境地质调查中心,河北 保定 071051)

摘要:为研究降水补给地下水过程中包气带岩土对水化学的影响,在沂源地区采集了不同地表岩土样品开展淋溶和浸泡试验。淋溶结果显示:易溶的 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 NO_2^- 、 NO_3^- 等阴离子率先溶解进入淋溶水中,之后 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe 等含量逐渐增加,且淋溶初期pH值呈碱性,之后向中性过渡。浸泡结果显示:不同类型岩土样经过浸泡5min后,其水化学组分发生了显著变化;随浸泡时间增加, K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 及含盐量均出现不同程度增加,但 Cl^- 、 SO_4^{2-} 在不同类型岩土中含量变化则是不同的。由此推测,降水转入地下水过程中,透过地表浅层包气带时就已经淋溶了大量物质,水化学性质发生了重大变化。

关键词:岩土;淋溶;浸泡;地下水;水文地球化学

中图分类号:P641.3

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2016)06-0049-06

1 前言

地下水作为地球上重要的水体,与人类社会有着密切的关系^[1]。随着经济增长,地下水污染日益严重,水质变化严重影响人们生活及饮用,所以对于地下水水化学特征分析越来越重视。而且降水或地表水对地下水的补给,就是通过岩土层渗透、淋滤等作用完成的,人类对于降水和地表水通过包气带向下运移过程中水化学变化的研究也日益重视^[2-6]。由于岩溶含水介质具有结构不均一的特性,而且地表植被不连续或土壤层较薄,导致渗透性能急剧增强,对地表污染物的过滤作用极弱,降雨期间尤为明显^[3]。随着对地下水水质研究的不断深入,国内外学者大多注重岩溶地区中土地利用方式或污染对地下水水质影响的研究^[7-8],或对短时间尺度常规的岩溶水文地球化学指标进行较为深入的研究^[9],而对于发生降雨期间,雨水或地表水通过包气带进入到地下水,使地下水化学特征变化及其原因的

研究较少。

沂源地区是典型的北方中低山丘陵区,地形起伏较大,有利于地下水的循环。特别是在沂源、燕崖图幅范围内,岩浆岩与古生代、中生代、新生代地层分布齐全,地下水类型多样。寒武系、奥陶系碳酸盐岩分布较广,岩溶十分发育^[10]。为了探索降水或地表水对地下水补给过程中的水化学变化,本次在沂源地区进行了2批次的岩土样采集,第一次取样:石灰岩山区表层覆盖的原状土,覆盖土层厚度约20cm,取样样品厚度20cm,且样品包括自生植被;第二次取10组不同岩土样(见表1),共五大类:泥灰岩,白云岩,灰岩,花岗岩,表层土壤。取样点分布如图1所示。在室内对岩土样进行淋溶、浸泡,通过水质监测来对比分析不同类型岩土的淋溶水化学特征^[11]。从而更好了解降水或地表水经过包气带转化为地下水的过程发生水化学变化的原因,并对岩溶地区地下水开发利用、水资源保护、及以后更好地研究降水与地下水的转化过程及机制等具有重要的意义。

收稿日期:2016-02-18

基金项目:沂蒙山革命老区1:5万水文地质调查项目(121201012000150003)

作者简介:张洪英(1990-),女,山东潍坊人,在读研究生,主要进行水工环地质方面的研究,E-mail: zhy10sdust@126.com

通讯作者:高宗军(1962-),男,山东泰安人,教授,主要从事水工环地质、生态地质等方面研究。E-mail: gaohongjun@126.com



图1 取样点分布图

Fig.1 The distribution of the sampling points

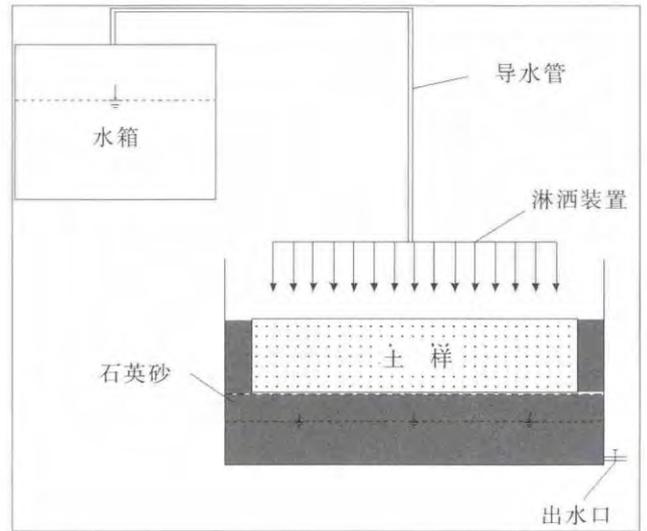


图2 淋溶装置

Fig.2 The leaching plant

表1 取样点位置

Table1 The position of the sampling point

编号	NH1	BY1	HY1	HY2	HY3	HY4	HG1	TR1	TR2	TR3
采样地点	玉泉寺	玉泉寺	永兴官庄	历山公园	芦芽	东松仙岭	东松仙岭	玉泉寺	土门	东北麻
岩性	泥灰岩	白云岩	灰岩	灰岩	灰岩	灰岩	花岗岩	土壤	土壤	土壤
备注	山坡上	山坡上	田庄水库附近	山坡下	山坡	山坡下	山坡	河边耕植土	耕植土	黄土

2 原状土样淋溶水化学特征

淋溶是指下渗水流通过溶解、水化、水解、碳酸化等作用,使岩土层中部分成分进入水中并被带走的作用。

2.1 淋溶目的

试验目的:以野外原状土样模拟自然条件下降水对表层岩土层的淋溶作用,观测降水入渗补给地下水过程中包气带表层岩土对其水化学特征变化的影响,并以此推测降水经过包气带进入地下时可能发生的水化学变化。

2.2 淋溶方法

淋溶试验原状土样放置于有机玻璃制成的试验装置中(见图2)。为便于试验和收集淋滤后的水样,在装置空隙中充填30目的人工石英砂,粒径0.613mm。充填前,为去除石英砂所含的粉末状物质,对其进行了筛选和冲洗,之后放入烤箱烘干(本次试验不考虑石英砂对水质的影响)。试验时,为更接近降水形态,利用医用输液管,采用多点滴定,模拟降雨强度为8mm/h的降雨过程。淋溶水透过土层后进入石英砂层集聚,并在达

到一定的量采集装瓶,进行检测。

本次试验以自来水模拟降水对野外采集的原状土样进行淋溶,按一定时间取样检测。LR00淋溶原水为自来水;LR01是淋溶5d之后的淋出水样;然后把淋溶装置拆掉之后进行一星期左右的光照通风,土壤表层植被开始生长;LR02是再次进行淋溶10d之后的淋出水样。

2.3 淋溶结果及分析

淋溶用原水及淋溶水的检测分析测定结果见图3~图6。

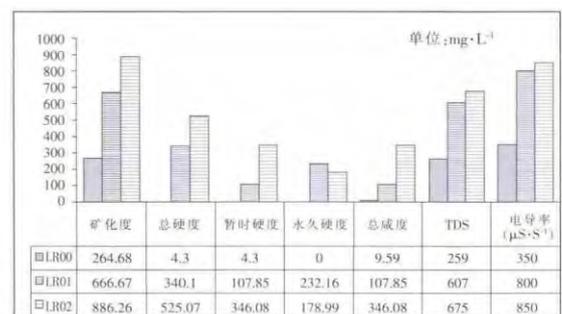


图3 淋溶水综合性指标柱状图

Fig.3 The comprehensive index of the leaching water histogram

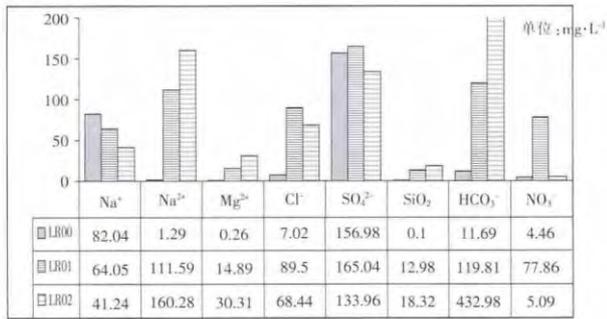


图4 淋溶水部分离子含量柱状图-1

Fig.4 The ion content in leaching water histogram (part one)

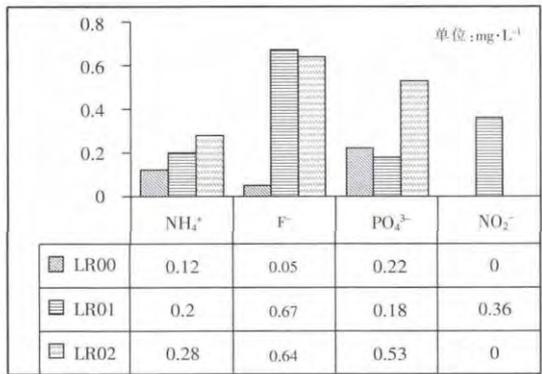


图5 淋溶水部分离子含量柱状图-2

Fig.5 The ion content in leaching water histogram (part two)

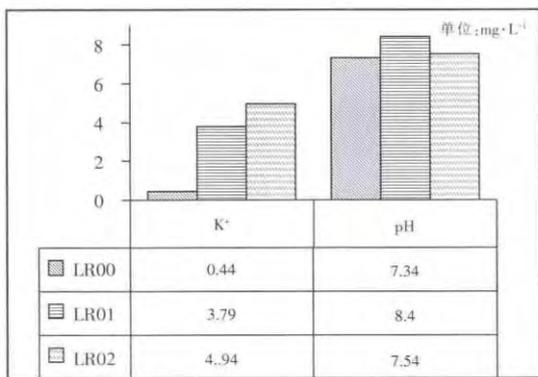


图6 淋溶水K⁺及pH值柱状图

Fig.6 The K⁺ and pH values of leaching water histogram

(1)由淋溶水的综合性指标(见图3)可以看出:随淋溶时间增加,各综合性指标含量不断增加。淋溶过程可以使土壤中一些溶解性固体进入水中,增加了水中各离子含量。由于土壤表面有植被生长,土壤中根系发

达,土壤CO₂体积分数显著高于大气CO₂浓度,且随土层加深迅速递增,所以其CO₂含量较高^[12-13]。据现场检测(另文论述),在大气CO₂含量为450ppm时,土壤34cm深度的CO₂含量可以达到2381ppm。因而当水透过土壤向下入渗时,必然会使水中HCO₃⁻的含量增加,致使土壤中的Ca²⁺、Mg²⁺快速进入水中,使水的硬度(钙镁离子总含量)及总碳酸盐含量增加。

(2)通过淋溶水各离子含量变化情况(图4~6)可以看出,随着淋溶时间的增加,原状土壤中的离子被淋溶至水中的量均出现变化:①淋溶水中的NH₄⁺阳离子,中弱酸组分PO₄³⁻含量逐渐增加;②淋溶水中K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺阳离子及HCO₃⁻和可溶性SiO₂含量出现快速增加,之后缓慢升高;③部分强酸阴离子Cl⁻、SO₄²⁻和NO₃⁻、NO₂⁻以及具有弱碱性的F⁻含量均表现为先增加,然后降低。分析认为,土壤中的这些组分极易被水淋出,致使土壤中的含量迅速降低,因而出现先高后低的趋势。由pH值的变化可以看出,淋溶初期淋溶水呈碱性,之后向着中性过渡。这里有一个例外,即原水中Na⁺含量较高,淋溶土壤后淋溶水中的含量逐渐降低,可能是由于土壤中的Na⁺含量较低,当水入渗进入土壤时,部分Na⁺被土壤中的颗粒吸附所致^[14]。

3 不同类型岩土浸泡水化学特征

浸泡是指把特定物体浸入液体中,本次试验是粉碎岩土样装入蒸馏水中浸泡。

3.1 浸泡目的

对沂源地区采集的不同类型岩土进行分组浸泡,并在不同时刻检测、分析浸泡淋溶水化学变化特征,初步模拟判断降水或地表水在经过岩土层补给地下水时的水化学变化的过程。

3.2 浸泡方法

参照“土工试验方法标准中易溶盐检测方法”,将采集的10组不同类型的岩土进行浸泡试验^[15]。首先对岩土直接做粉碎处理,颗粒约120~200目。取50g样品,放入250ml蒸馏水中浸泡,摇匀5min,然后静置5min(48h和120h),之后再进行摇匀、过滤,再取清液进行水质检测。本次浸泡时间分别为5min、48h及120h(表2中NH1-1代表5min, NH1-2代表48h, NH1-3代表120h,依次类推)。

3.3 浸泡结果及分析

不同类型岩土浸泡水检测结果见表2。由表中数

表2 浸泡试验检测结果 (mg/L)

Table2 The results of immersion test

编号	NH1-1	NH1-2	NH1-3	BY1-1	BY1-2	BY1-3	HY1-1	HY1-2	HY1-3	HY2-1	HY2-2	HY2-3	HY3-1	HY3-2	HY3-3
K ⁺	9.90	11.11	11.38	5.81	7.73	7.47	12.44	12.12	10.26	19.69	22.01	19.21	12.39	15.84	11.73
Na ⁺	20.00	25.19	27.14	13.94	15.48	20.49	9.22	11.67	13.57	10.68	22.71	21.75	9.02	23.27	16.68
Ca ²⁺	51.70	77.55	98.66	43.09	64.63	43.05	86.17	73.25	98.66	73.25	73.25	107.63	56.01	64.63	89.69
Mg ²⁺	23.52	28.74	38.08	39.19	36.58	71.80	5.23	36.58	43.52	10.45	31.35	32.64	15.68	13.06	29.92
Cl ⁻	59.67	59.67	68.10	59.67	42.12	57.88	24.57	42.12	37.45	42.12	42.12	51.07	24.57	42.12	40.86
SO ₄ ²⁻	104.34	124.02	96.92	82.86	95.39	84.07	98.97	88.23	65.72	113.28	177.70	126.28	75.71	68.55	134.53
HCO ₃ ⁻	146.11	263.00	346.17	175.33	292.22	408.59	204.56	321.45	448.31	175.33	263.00	380.22	175.33	263.00	346.17
CO ₃ ²⁻	0.00	0.00	0.00	28.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NO ₃ ⁻	3.16	3.89	2.50	9.70	10.27	8.69	7.69	9.87	5.50	9.06	10.19	6.21	4.78	5.83	1.79
全盐量	415.00	589.00	688.95	449.00	554.00	702.04	441.00	585.00	722.99	445.00	632.00	745.00	369.00	490.00	671.37
pH	7.57	8.68	8.22	8.78	9.52	8.29	7.94	8.52	8.12	8.02	8.59	8.12	8.16	8.51	8.10
编号	HY4-1	HY4-2	HY4-3	HG1-1	HG1-2	HG1-3	TR1-1	TR1-2	TR1-3	TR2-1	TR2-2	TR2-3	TR3-1	TR3-2	TR3-3
K ⁺	9.15	11.20	8.98	11.99	15.57	14.39	19.93	13.31	13.87	11.28	12.99	10.61	5.86	6.01	6.03
Na ⁺	0.12	3.08	6.76	2.90	5.53	9.68	15.51	8.69	27.40	15.73	26.60	21.49	20.54	34.10	30.20
Ca ²⁺	56.01	68.94	71.76	47.39	77.55	85.21	271.44	202.50	313.03	103.41	155.11	183.87	81.86	129.26	152.48
Mg ²⁺	10.45	15.68	38.08	47.03	7.84	27.20	78.38	52.26	103.89	44.42	28.74	54.39	26.13	36.58	38.08
Cl ⁻	24.57	42.12	34.05	17.55	7.02	10.21	24.57	7.02	30.64	17.55	7.02	13.62	14.04	24.57	13.62
SO ₄ ²⁻	68.55	72.13	63.89	75.71	72.13	73.06	100.76	209.91	172.16	95.39	107.92	183.20	125.81	145.49	129.95
HCO ₃ ⁻	175.33	233.78	323.47	175.33	350.67	346.17	87.67	116.89	221.32	263.00	526.00	629.91	233.78	496.78	567.49
CO ₃ ²⁻	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NO ₃ ⁻	1.71	2.03	1.97	2.68	1.71	1.79	1039.21	790.55	1150.04	31.34	22.22	9.22	35.54	35.70	31.65
全盐量	344.00	447.00	548.94	378.00	536.00	567.71	598.00	611.00	2032.36	551.00	864.00	1106.31	508.00	873.00	969.49
pH	8.14	8.59	8.10	7.91	8.18	7.98	6.65	6.95	7.78	7.53	7.84	7.84	7.71	8.00	7.83

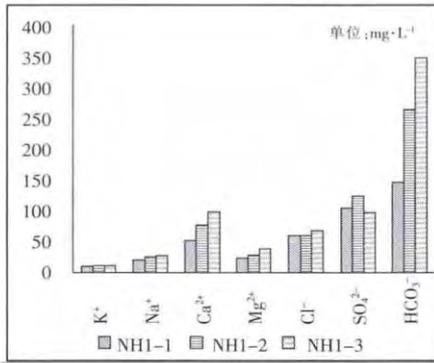


图7 NH1 泥灰岩浸泡水离子含量柱状图
Fig.7 The ion content of NH1 marl soaking water histogram

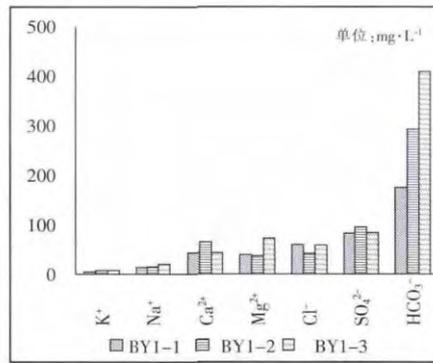


图8 BY1 白云岩浸泡水离子含量柱状图
Fig.8 The ion content of BY1 dolomite soaking water histogram

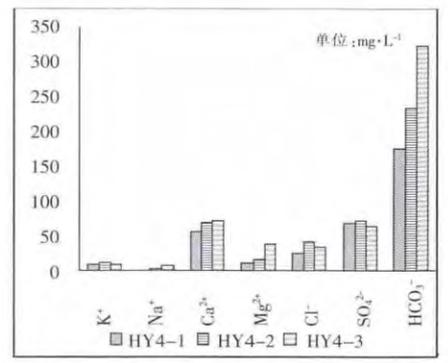


图9 HY4 灰岩浸泡水离子含量柱状图
Fig.9 The ion content of HY4 limestone soaking water histogram

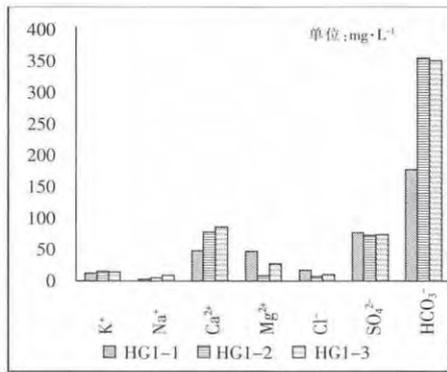


图10 HG1 花岗岩浸泡水离子含量柱状图
Fig.10 The ion content of HG1 granite soaking water histogram

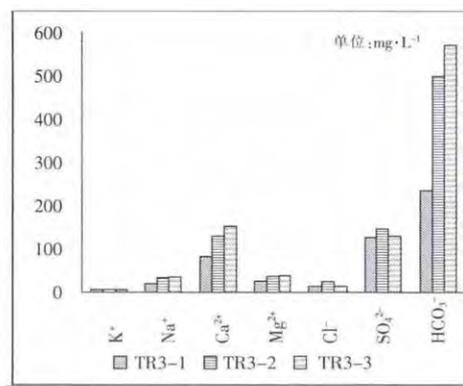


图11 TR3 浸泡水离子含量柱状图
Fig.11 The ion content of TR3 soil soaking water histogram

据可以看出,不同类型岩土经过 5min 浸泡后,浸泡水质就发生了明显的变化;浸泡时间增加后,水化学性质出现了一定幅度的变化;不同类型岩土浸泡水中的含盐量均出现不同程度增加。说明浸泡时间长,淋溶作用增强,致使大量可溶物质逐渐淋溶至水中。

这个过程中,不同的岩土及不同的水化学组分所表现出来的变化特征是不一样的。以浸泡水中 NO_3^- 含量为例,土(TR1、TR2、TR3)浸泡水的 NO_3^- 含量最大,岩石浸泡水的 NO_3^- 含量明显偏低。甚至耕植土(TR1)浸泡水的 NO_3^- 含量达到 1 000 以上,可能是由于施肥影响所致。至于花岗岩、石灰岩及泥灰岩的浸泡水中也检测出一定含量的 NO_3^- ,可能是源于岩石表面含氮物质颗粒附着或附着的粘性土颗粒中的含氮物质,因为浸泡前,岩石没有进行冲洗处理,只做了粉碎,所以岩石表面可能存在的含氮物质就被淋溶出来。

该组样品的浸泡水,只有耕植土(TR1)浸泡水呈现弱酸性,其余各个岩土浸泡水均呈现弱碱性。因为在北方石灰岩地区土壤一般呈现弱碱性。土壤酸碱性

对植物生长发育起重要作用^[16]。同时因人体是酸性体质,地下水呈现弱碱性时对人体有益。

通过对比各岩土浸泡水离子含量的变化(见图 7~图 11)可以看出:随着浸泡时间增加,浸泡水中的离子含量会发生变化。①不同类型岩土中 HCO_3^- 含量及 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等含量随时间增加而增加;② SO_4^{2-} 含量与 Cl^- 含量变化则不同;在不同岩土中 Cl^- 、 SO_4^{2-} 含量出现不同变化趋势: Cl^- 含量在泥灰岩和灰岩中整体出现增加趋势,但在白云岩、花岗岩和土壤中出现先减小后增大趋势;除个别岩土(灰岩、土壤中个别样品)外 SO_4^{2-} 含量整体出现先增加后减小的趋势。

4 讨论与意义

在以往工作中,人们通常只注重研究降水、地表水及地下水之间量的转化及不同类型地下水之间量的相互转化,忽视了地下水化学特征在这些转换过程中变化。但是在环境污染逐渐加剧、人们对地下水质量越来越重视的今天,探讨地下水化学特征,尤其是了解降水

补给地下水的过程中的水化学变化,就显得越来越重要了。本文通过不同类型岩土样的淋溶、浸泡,研究不同时间淋溶水及浸泡水的化学特征,发现在淋溶或浸泡初期或在很短的时间内,水质相对于原水就已经发生了显著变化,水中矿物质含量明显增加,由此可进一步推测天然降水透过地表浅层包气带进入地下转为地下水时,水质已然发生了巨大变化。当然,随着淋溶或浸泡时间的延长,岩土中的更多的化学物质被淋溶出来,致使水中的物质含量增多。总之,这项工作,对降水转化为地下水过程中的物质交换及迁移特征有了初步的了解,为进一步研究降水或地表水补给地下水过程中透过包气带向下运移时水质的变化做了常识性研究。在重视地下水污染防治的今天,了解或掌握降水、地表水向地下水转化过程中,水质可能发生的变化,对于研究保持生态环境优良条件下如何保持地下水水质、乃至整个水环境的优良性是十分必要的。

参考文献:

- [1] 王贵玲,陈德华,蔺文静,等. 中国北方地区地下水资源的合理开发利用与保护 [J]. 中国沙漠, 2007,27 (4):684-688. (WANG Guiling, CHEN Dehua, LIN Wenjing, et al. Reasonable exploitation and utilization of groundwater resource in north China [J]. Journal of Desert Research, 2007,27(4):684-688. (in Chinese))
- [2] 郑顺安,陈春,郑向群,等. 模拟降雨条件下22种典型土壤镉的淋溶特征及影响因子分析[J]. 环境化学, 2013,32(5):867-873. (ZHENG Shunan, CHEN Chun, ZHENG Xiangqun, et al. Effect of simulated rain on leaching of cadmium from 22 typical soils and key factors identification[J]. Environmental Chemistry, 2013,32(5):867-873. (in Chinese))
- [3] 杨平恒,旷颖仑,袁文昊,等. 降雨条件下典型岩溶流域地下水中的物质运移[J]. 环境科学, 2009,30(11):2349-3255. (YANG Pingheng, KUANG Yinglun, YUAN Wenhao, et al. Substances transport in an underground river of typical Karst watershed during storm events[J]. Environmental Science, 2009,30(11):2349-3255. (in Chinese))
- [4] 陆晴,王玉刚,李彦,等. 淋溶条件下土地利用方式对土壤有机碳含量及其理化性质的影响 [J]. 水土保持学报, 2013,27 (3):242-252.(LU Qing, WANG Yugang, LI Yan, et al. Effects of land use types on soil organic contents and physical and chemical properties under the leaching conditions [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2013,27(3):242-252. (in Chinese))
- [5] 刘再华, Chris GROVES,袁道先,等. 水-岩-气相互作用引起的水化学动态变化研究—以桂林岩溶试验场为例 [J]. 水文地质工程地质, 2003,4:13-18. (LIU Zaihua, Chris GROVES, YUAN Daoxian, et al. Study on the hydrochemical water-rock-gas variations caused by the interaction: an example from the Guilin Karst experimental site [J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2003,4:13-18. (in Chinese))
- [6] Lee B, Hamm S Y, Jang S, et al. Relationship between groundwater and climate change in South Korea [J]. Geosciences Journal, 2013,18(2):209-218.
- [7] 闫佰忠,肖长来,刘泓志,等. 吉林市城区土地利用对地下水污染空间分布的影响[J]. 中国环境科学, 2015,35(3):934-942. (YAN Baizhong, XIAO Changlai, LIU Hongzhi, et al. Effect of urban land use on the spatial distribution of groundwater pollution in the Jilin city[J]. China Environmental Science, 2015,35(3):934-942. (in Chinese))
- [8] 郭芳,姜光辉,夏青,等. 土地利用影响下的岩溶地下水水化学变化特征[J]. 中国岩溶, 2007,26(3):212-218. (GUO Fang, JIANG Guanghui, XIA Qing, et al. Hydro-chemical variation of karst groundwater under the impact of land use in Donghe catchment, Hunan [J]. Carsologica Sinica, 2007,26(3):212-218. (in Chinese))
- [9] 查小森. 不同降雨条件下典型亚高山表层岩溶泉水化学特征及其碳汇效应研究—以重庆金佛山水泉流域为例 [D]. 西南大学, 2015. (CHA Xiaosen. Study on Hydro-chemical Variations and Carbon Sink Effect in the Typical Subalpine Epikarst Spring under Different Rainfall—A Case of Shuifang Spring Area in Jinfo Mountain in Chongqing, China [D]. Southwest University, 2015. (in Chinese))
- [10] 赵兴云. 沂源溶洞群洞穴的形成与演化研究 [J]. 临沂师范学院学报, 2006,22(3):47-49. (ZHAO Xingyun. Research of the formation and evolution of limestone caves in Yiyuan [J]. Journal of Linyi Normal University, 2006,22(3):47-49. (in Chinese))
- [11] 肖丽萍. 煤矸石淋溶液对地下水系统污染规律的研究 [D]. 辽宁工程技术大学, 2007. (XIAO Liping. Study on Pollution Laws of Coal Gangue Leaching Solution to Groundwater System [D]. Liaoning Technical University, 2007. (in Chinese))
- [12] 杨平,杜宝华. 国外土壤二氧化碳释放问题的研究动态[J]. 中国农业气象, 1996,17(1):48-50. (YANG Ping, DU Baohua. Study on the problem of soil carbon dioxide release in foreign countries [J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 1996,17(1):48-50. (in Chinese))
- [13] 易志刚,蚁伟民,丁明懋,等. 鼎湖山自然保护区土壤有机碳、微生物生物量碳和土壤 CO₂ 浓度垂直分布 [J]. 生态环境, 2006,15(3):611-615. (YI Zhigang, YI Weimin, DING Mingmao, et al. Vertical distribution of soil organic carbon, soil microbial biomass and soil CO₂ concentration in Dinghushan biosphere reserve [J]. Ecology and Environment, 2006,15(3):611-615. (in Chinese))
- [14] 闵安民. 离子浓度对森林土壤阳离子交换量的影响 [J]. 西南大学学报, 2004,17(增刊):438-440. (MIN Anmin. Effect of ionic concentration on the cation exchange capacity of yellow earth in forest [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2004,17(supp):438-440. (in Chinese))
- [15] GB/T 50123-1999, 土工试验方法标准 [S]. (GB/T 50123-1999, Standard for Soil Test Method[S]. (in Chinese))
- [16] 赵军霞. 土壤酸碱性对植物的生长 [J]. 内蒙古农业科技, 2003(6):33. (ZHAO Junxia. Soil acid and alkaline and plant growth [J]. Inner Mongolia Agricultural Science and Technology, 2003(6):33. (in Chinese))

(下转第 80 页)

点特征时段与最高水位关系分析,最大 1d、3d 特征时段洪量与最高水位关系较好,可以满足极值与总量并重的洪水调度要求。

(2)在行、蓄、分三种措施中,只有分是彻底的办法,行、蓄解决当前高水位的同时也增加后续洪水调度风险。通过对典型年 2003、2007 年洪水调度及对关键节点的影响分析,蒙洼、城东湖、姜唐湖、荆山湖、茨淮新河、怀洪新河运用对相应节点的洪量、洪峰水位影响较大。以降低洪峰水位的角度,宜在最大 3d 洪量时段以内、最大 1d 洪量出现之前启用行、蓄洪或分洪手段,对关键节点的洪峰影响最大。现有分洪调度办法需要考虑极值与洪量并重,适度提前分洪。

参考文献:

[1] 江守钰,程绪干. 淮河流域暴雨洪水特性分析 [J]. 水文, 2007,(3): 89-92. (JIANG Shouyu, CHEN Xugan. Analysis of the

characteristics of rainstorms and floods in the Huaihe River basin [J]. Journal of China Hydrology, 2007,(3):89-92. (in Chinese))

[2] 水利部水文局,水利部淮河水利委员会. 2003 年淮河暴雨洪水[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005. (Bureau of Hydrology, MWR, Huaihe River Commission, MWR. Rainstorm and Flood in Huaihe River Basin, 2003 [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2005. (in Chinese))

[3] 水利部水文局,水利部淮河水利委员会. 2007 年淮河暴雨洪水[M]. 北京:中国水利水电出版社,2007. (Bureau of Hydrology, MWR, Huaihe River Commission, MWR. Rainstorm and Flood in Huaihe River Basin, 2007 [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2007. (in Chinese))

[4] 韩从尚. 淮中游暴雨洪水特性分析和防洪工程控制运用有关预报问题探讨[J]. 水文, 2008,(1):87-90. (HAN Congshang. Discussion on flood forecasting for flood control structure operation based on the characteristics of storm [J]. Journal of China Hydrology, 2008,(1):89-92. (in Chinese))

How to Dispatch Floods in Middle Reach of Huaihe River Based on Flood Volume

LI Jingbing¹, YANG Dan²

(1. Hydrology Bureau of Anhui Province, Hefei 230022, China; 2. Bureau of Hydrology, MWR, Beijing 100053, China)

Abstract: Because the slope in the middle reach of the Huaihe River is smaller than that in the upstream, the flow rate becomes slow and the flood is gathered in the middle reach. Therefore, the flood volume usually exceeds the discharge capacity in the middle reach, and the flood storage areas are frequently used. By analyzing the relationship between highest water level, 1-day and 3-day flood volume, this paper put forward the idea of scheduling floods according to the relationship. In real-time scheduling, when predicting 1-day flood volume is large, the volume should be cut down according to the correlation; and when predicting 3-day flood volume is large, the volume should be mainly cut down. This method was verified in floods occurred in the Huaihe River Basin in 2003 and 2007, and good results were achieved.

Key words: middle reach of Huaihe River; flood dispatching; critical flood volume; water level

(上接第 54 页)

Analysis of Hydro-geochemistry Characteristics of Different Rock and Soil in Yiyuan Area by Experiment of Leaching and Soaking

ZHANG Hongying¹, GAO Zongjun¹, SHI Mengjie¹, MOU Linkai¹, LI Wei²

(1. College of Earth Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China;

2. Center for Hydrogeology and Environmental Geology, China Geology Survey, Baoding 071051, China)

Abstract: In order to study the influence of aeration zone on the hydro-geochemistry changes in the process of precipitation recharge to groundwater, surface rock and soil samples of unsaturated zone in Yiyuan were collected and experimented by leaching and immersion. From the leaching test, these soluble anions, such as Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , etc, dissolved into the leaching solution firstly and metal ions K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe and so on in the solution began to increase subsequently. The initial pH value of leaching solution was alkaline, and then to neutral transition. The results of the soaking experiment show that after 5 minutes immerse, the chemical composition of different soak solution of rock and soil samples changed obviously. With the increase of soaking time, the content of ions like K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- and the salt content in soaking solution increased in different degrees, but the ions of Cl^- , SO_4^{2-} changed differently in different rock and soil. Presumably know, a large number of materials have been leaching out and chemical properties of precipitation happened to greatly change while the process of groundwater recharged through the aeration zone.

Key words: rock-soil, leaching, soaking, groundwater, hydro-geochemistry