

文章编号:1001-4810(2003)02-0103-07

湖南洛塔表层岩溶带水文地球化学特征初步分析

梁小平, 朱志伟, 梁 彬, 关碧珠, 邹胜章
(中国地质科学院岩溶地质研究所, 广西 桂林 541004)

摘 要:湖南洛塔为西南具有一定代表性的溶丘洼地型岩溶区, 本文利用近两年洛塔水环境监测资料, 进行洛塔表层岩溶带的水化学和水温场特征的研究, 认为该表层岩溶带的水化学和水温场的特征与气候、生态环境和岩溶含水介质等多种因素明显相关。不同影响因素对表层岩溶水水化学组分的作用有所不同, 表层岩溶带岩溶水受气候影响较大, 大气降水的降雨强度, 直接影响到地下水化学组分含量的大小, 总硬度和 HCO_3^- 含量与降雨量呈明显的负相关关系, 植被、土壤的覆盖程度与水化学组分含量高低呈正相关性。

关键词:表层岩溶带; 水化学组分; 水温场; 大气降水; 生态环境

中图分类号: P641.12 **文献标识码:** A

0 前 言

洛塔乡位于湖南湘西土家族苗族自治州龙山县中部, 面积 119.07km^2 , 其中碳酸盐岩面积 106.33km^2 , 占全乡面积的 89.3% 。洛塔为西南具有一定代表性的典型岩溶区, 地势北西高、南东低, 从周边向洛塔—猛西河谷逐渐降低, 主要地貌类型为溶(台)丘洼地、斜坡沟谷、垄脊洼地等。气候属亚热带东南季风区、湘西北高寒山地气候型^[1], 多年平均降水量为 1694.3mm , 年平均气温 14.3°C 。

洛塔为一北东向完整的向斜汇水盆地, 由于经历了多次构造运动, 向斜内断裂纵横交错, 出露地层有泥盆—志留系、二叠系、三叠系及第四系。其中岩溶化层位六个: ①下三叠统大冶组(T_1d): 主要为灰色薄—中层泥(粉)晶灰岩; ②上二叠统吴家坪组上段(P_2w^2): 主要为泥晶生物屑灰岩、细晶云岩及云质灰岩; ③下二叠统茅口组下段(P_1m^1): 主要为细—粗晶云岩、生物屑云质灰岩及藻屑灰岩; ④下二叠统茅口组上段(P_1m^2): 主要为中—厚层亮晶灰岩、泥晶生物屑灰岩; ⑤下二叠统栖霞组中段(P_1q^2): 主要为中—

薄层泥晶生物屑泥质灰岩; ⑥下二叠统栖霞组上段(P_1q^3): 主要为薄—中厚层状泥晶灰岩。非岩溶化层位: ①上二叠统大隆组(P_2d): 为页岩夹泥晶灰岩透镜体; ②上二叠统吴家坪组下段(P_2w^1): 为铝土岩、页岩夹煤层; ③下二叠统栖霞组下段(P_1q^1): 粉砂岩、页岩夹煤层; ④泥盆—志留系(S—D): 石英砂岩、粉砂质泥岩、页岩。

洛塔岩溶十分发育, 地下河遍布, 地表面附近浅部强岩溶化层即表层岩溶带在本区普遍存在^[2-4]。表层岩溶带水资源丰富, 对解决居民、土地较分散的岩溶区人畜用水与农田灌溉具有重要意义^[5]。据调查统计, 在屋檐洞地下河系 65.79km^2 流域范围内, 有大小不等的各类表层岩溶泉共 83 处, 其中较为典型的表层岩溶带泉有 26 个(图 1), 主要分布在 $700\sim 1450\text{m}$ 高程带上^①。

作为岩溶开放系统与外界发生物质和能量交换的表层岩溶带^[6], 本区表层岩溶带泉主要接受大气降水的补给, 并受大气和土壤中 CO_2 的补充。其水化学组分形成的主要作用是溶滤作用和混合作用, 影响因素为气候、地表水、地形、土壤、生态条件和岩石介质

基金项目: 地质调查项目《岩溶石山区生态系统可持续发展模式与推广》(编号水[2002]002-4)与国土资源部攻关项目《表层岩溶带调查与生态重建试验示范》(编号 20010303)

作者简介: 梁小平(1967—), 男, 1987年南京大学水文地质与工程地质专业毕业, 主要从事岩溶水文地质研究。

收稿日期: 2003-01-19

① 朱远峰, 梁彬等. 西南岩溶山区典型流域水资源保护示范工程——湖南洛塔地区岩溶水资源合理开发利用示范, 2002, 6.

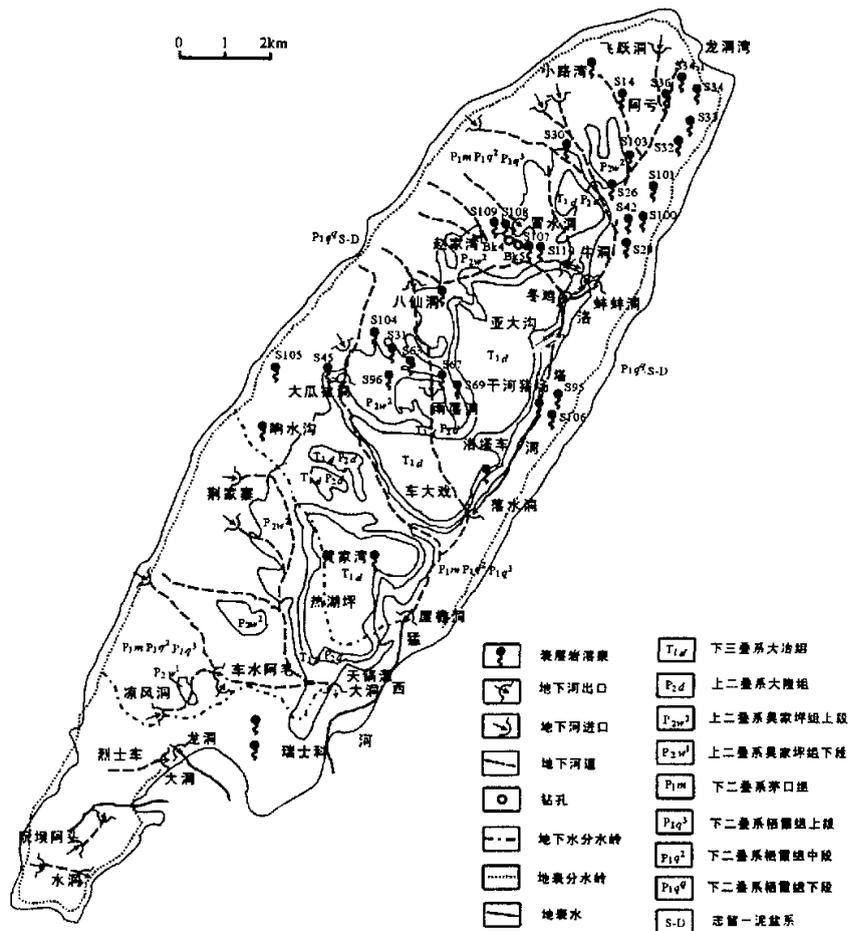


图1 洛塔表层岩溶泉分布图

Fig. 1 Distribution of epikarst springs in Luota

等,本文旨在通过对屋檐洞地下河系统表层岩溶带的水文地球化学特征进行初步分析,为洛塔表层岩溶带水的开发利用和污染防治提供科学依据。

1 表层岩溶带水化学基本特征

根据水化学动态和场雨观测分析,洛塔表层岩溶带水化学(表1、表2)具有如下特征:

(1)溶解性总固体(TDS)和总硬度(HB)含量区间变化较大。TDS 区间含量在 63.88~367.73 mg/l 之间,最高与最低含量相差 5 倍以上,平均值一般低于 150mg/l;HB 区间含量在 58.36~303.08 mg/l 之间,最高与最低含量相差 5 倍,平均值一般低于 140 mg/l。

(2)水溶组分以 HCO_3^- 、 Ca^{2+} 离子组成的碳酸盐组分为主,全带这二种离子均值含量之和占溶解离子

总含量的 85% 以上, SO_4^{2-} 含量占溶解离子总量小于 10%, Cl^- 、 Mg^{2+} 含量只占溶解离子总量的 1%~2%, Na^+ 、 K^+ 含量则更低,仅占溶解离子总量小于 0.5%。由此可见,表层岩溶带水水化学类型以 $\text{HCO}_3^- \text{Ca}$ 为主,仅局部由于含水介质中 CaO/MgO 值稍低或含有硫酸盐矿物,出现 $\text{HCO}_3^- \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型和 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^- \text{Ca}$ 型水。

(3)水化学组分受含水介质的制约。赋存于 T_1d 、 P_1m 、 P_1q 等岩组的岩溶水,具有较高的碳酸盐组分含量, CaO/MgO 比值较高(表 3),一般 HCO_3^- 和 Ca^{2+} 含量之和占溶解离子总量的 90%~94%;而出露在 P_2w 组的裂隙泉水,由于 P_2w 岩层夹煤层,所以 HCO_3^- 和 Ca^{2+} 含量之和仅占溶解离子总量的 67% 左右,而 SO_4^{2-} 含量约占溶解离子总量的 29%。反映出含水层介质性质与水化学组分形成具有内在关系。

(4) 表层岩溶带水的水化学组分含量比饱水岩溶带水稍高^①, 反映出表层岩溶带水受地表浅部土壤、植被、地面环境的影响, 溶蚀作用较强, 易溶盐组分易于

析出; 而饱水岩溶带水因循环深度相对较深, 且多为管道裂隙系统, 部分化学组分在浅部径流中有可能被吸附、过滤、净化, 因而表层岩溶带水化学组分含量较高。

表 1 表层岩溶带水文地球化学特征表

Tab. 1 Hydrogeochemical characteristics of epikarst zone

项目	区间值	均值	项目	区间值	均值
水温(°C)	5.6~22.7	13.9	K ⁺	0.08~1.46	0.45
pH 值	6.90~8.01	7.50	Na ⁺	0.21~2.55	0.75
溶解性总固体 TDS(mg/l)	63.88~367.73	147.41	Ca ²⁺	20.91~113.99	49.74
总硬度 HB(以 CaCO ₃ 计, mg/l)	58.36~303.38	133.72	Mg ²⁺	0.75~15.42	2.75
游离 CO ₂ (mg/l)	1.21~14.33	5.41	Cl ⁻	2.63~5.26	3.65
固定 CO ₂ (mg/l)	19.98~82.37	48.55	HCO ₃ ⁻	55.42~236.67	136.43
水化学类型	HCO ₃ -Ca(主)HCO ₃ -Ca·Mg, HCO ₃ ·SO ₄ -Ca(次)		SO ₄ ²⁻	0.00~187.69	21.39

注: 统计点数(点/次)为 33/73。

表 2 表层岩溶带部分长观点水化学组分特征值一览表

Tab. 2 Hydrochemical component of epikarst zone in some long-term observation points

观测点	黄家湾泉	宋家坡 S96 泉	干河猪场泉	干河 S106 泉	小路湾泉
标高(m)	861.2	969.1	686.9	722.87	1177.9
层位	T _{1d}	P _{2w} ²	P _{1m}	P _{1m}	P _{1q}
泉域(km ²)	0.12	0.10	0.72	0.13	0.025
年均流量(l/s)	1.25	0.014	18.64	0.16	0.64
流量动态(l/s)	0~24.12	0.002~0.12	0~1911.81	0~11.21	0~118.39
水温(°C)	10.4~21.5 (14.6)	6.0~16.0 (11.2)	12.0~15.5 (14.0)	6.5~22.7 (15.3)	5.6~20.0 (12.8)
pH 值	6.90~7.58 (7.26)	7.26~7.85 (7.66)	7.10~7.84 (7.57)	7.45~7.87 (7.66)	7.05~8.01 (7.59)
溶解性总固体	170.86~209.25 (192.60)	71.17~87.74 (79.04)	130.92~163.39 (141.00)	126.71~178.65 (168.26)	96.96~148.35 (111.73)
TDS(mg/l)	209.25	87.74	163.39	178.65	148.35
总硬度 HB (以 CaCO ₃ 计, mg/l)	132.79~197.62 (176.62)	64.51~81.00 (70.70)	92.81~176.56 (134.13)	110.38~178.81 (159.03)	83.92~150.40 (109.63)
K ⁺ (mg/l)	0.24~0.53 (0.38)	0.17~0.95 (0.37)	0.08~0.36 (0.16)	0.11~0.33 (0.25)	0.19~0.56 (0.31)
Na ⁺ (mg/l)	0.83~1.80 (1.35)	0.21~0.39 (0.31)	0.21~0.27 (0.25)	0.21~0.31 (0.27)	0.91~1.49 (1.22)
Ca ²⁺ (mg/l)	59.82~75.44 (69.77)	23.78~30.33 (26.10)	45.97~59.04 (50.26)	45.10~66.10 (61.43)	33.06~49.71 (38.22)
Mg ²⁺ (mg/l)	1.74~3.07 (2.25)	0.99~1.49 (1.25)	1.74~3.73 (2.43)	1.49~4.48 (2.39)	1.74~3.58 (2.38)
Cl ⁻ (mg/l)	2.73~3.64 (3.38)	2.63~3.64 (3.32)	2.73~3.51 (3.41)	3.51~5.26 (3.77)	2.73~3.51 (3.12)
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	175.21~236.67 (218.62)	67.94~87.90 (75.80)	105.25~193.35 (158.43)	119.27~210.34 (179.65)	78.19~154.99 (115.59)
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	3.87~12.87 (7.54)	7.20~7.83 (8.67)	4.91~13.76 (8.33)	3.93~13.76 (9.33)	9.83~15.72 (12.73)
游离 CO ₂ (mg/l)	3.31~14.33 (9.38)	2.21~4.41 (3.58)	2.21~4.41 (4.06)	2.31~5.51 (4.31)	1.18~4.41 (2.78)
固定 CO ₂ (mg/l)	68.33~82.37 (76.47)	24.49~31.70 (27.58)	51.02~66.73 (54.65)	51.57~70.27 (65.53)	30.93~5.88 (38.76)

注: (1) 5 个泉均为季节性泉, 水化学类型都为 HCO₃-Ca 型; (2) 水化学组分为 5~6 月分析结果; (3) S106 泉水温为 5~12 月观测数据, 故平均水温偏高; (4) 表中括弧数为平均值。

① 朱远峰, 梁彬等. 西南岩溶山区典型流域资源保护示范工程——湖南洛塔地区岩溶水资源合理开采利用示范. 2002. 6.

表3 洛塔碳酸盐岩层化学成分含量表
Tab.3 Chemical components of carbonate rocks in Luota

地层	CaO (%)	MgO (%)	CO ₂ (%)	酸不溶物 (%)	SiO ₂ (%)	S (%)	Ca/Mg 比值
T _{1d}	51.01	1.17	41.06	5.51	4.50	0.09	61.19
P _{2tw} ²	46.73	2.80	39.28	9.69	8.40	0.35	39.29
P _{1m} ²	53.09	2.05	44.18	0.35	0.55	0.01	164.00
P _{1m} ¹	48.00	5.73	43.86	2.72	0.13	0.03	40.09
P _{1q} ³	52.60	1.75	42.96	2.15	0.11	0.05	61.23
P _{1q} ²	50.84	2.53	41.25	6.07	0.13	0.05	45.81

据《洛塔岩溶及其水资源评价与利用的研究》,1984

2 水温场特征

根据表层岩溶泉水温与气温对比(图2),不同出露条件的表层岩溶泉水温变化特征有所不同。

干河猪场泉,由于地处洛塔河谷岸,表层岩溶带发育较深,出露高程较低(泉口标高686.9m),泉域

较大(见表2),地下水径流深度相对较深,流量也较大,因此水温较恒定,年水温最大变幅仅在3.5℃。其余如小路湾泉(泉口标高1177.9m)、宋家坡 S96 泉(泉口标高969.10m)、黄家湾泉(泉口标高861.2m)等,年水温变幅均大于10℃,最大近15℃,说明水温与出露高程、泉域大小、流量等关系密切。

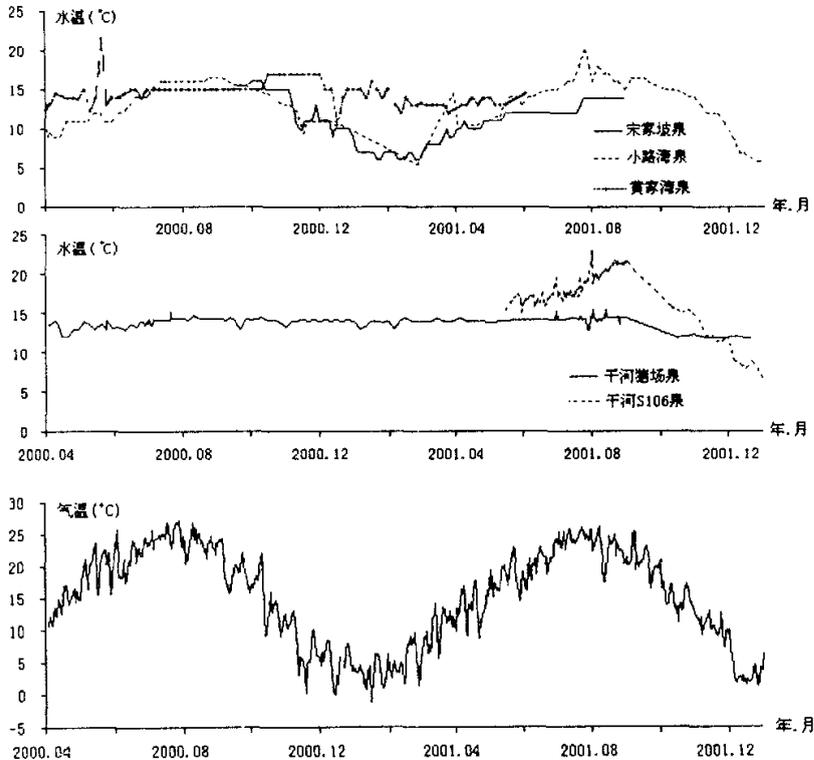


图2 表层岩溶带部分长观点水温与气温动态变化曲线图

Fig.2 The regime curves of the water temperature and air temperature in some long-term observation epikarst zone

从水温年变幅特征(见表1)来看:表层岩溶带水温年平均为13.9℃,最低为5.6℃(小路湾泉2001.2.27),最高22.7℃(干河S106泉2001.7.31),年变幅达17.1℃;洛塔车气象站气温年平均14.3℃,

最低为-1.2℃,最高27.2℃,年变幅为28.4℃。表层岩溶带水年平均水温仅比年平均气温低0.4℃,水温与气温十分接近。随气温季节性变化水温也有所变化。

3 表层岩溶带水化学动态变化分析

3.1 表层岩溶带水化学组分与大气降水水化学组分对比

与表层岩溶带水相比,大气降水中 pH 值、溶解性总固体(TDS)、总硬度(HB)、 HCO_3^- 、 Ca^{2+} 和固定 CO_2 的含量较低(表4);而 SO_4^{2-} 和游离 CO_2 的含量

较高。经矿物饱和指数计算^[7],大气降水中方解石的饱和指数(SIC)和白云石饱和指数(SID)的区间值分别为-5.73~-0.93和-13.15~-2.19,均为较低的负值^①,对碳酸盐岩具有较强的溶蚀能力。

因此,低硬度并具极强溶蚀力的大气降水进入表层岩溶带后,通过溶滤作用,表层岩溶泉水溶液中的碳酸盐离子浓度迅速增加,普遍形成 HCO_3^- -Ca型岩溶水。

表4 洛塔大气降水水化学组分特征值表

Tab.4 Characteristic value of hydrochemical component of rainfall water in Luota

项目	均值	项目	均值	项目	均值
pH 值	6.35	固定 CO_2 (mg/l)	6.84	Mg^{2+} (mg/l)	4.94
TDS (mg/l)	63.12	K^+ (mg/l)	0.53	Cl^- (mg/l)	3.20
HB (以 CaCO_3 计, mg/l)	41.23	Na^+ (mg/l)	0.17	HCO_3^- (mg/l)	19.0
游离 CO_2 (mg/l)	20.54	Ca^{2+} (mg/l)	8.36	SO_4^{2-} (mg/l)	37.4
水化学类型		$\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ (主)		$\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ (次)	

注:据2000年4月~2001年8月对能收集雨水的月份,按月采集水样16个(其中2001年7月在干河猪场采集两场暴雨的水样2个)。

3.2 表层岩溶带水水化学与场雨效应分析

表层岩溶带水因埋藏浅,发育深度不大,是接受大气降水补给的第一个含水层,故对降雨反映敏感性强,特别是大雨和暴雨时,地下水中的溶解离子浓度瞬时变化明显。干河猪场泉大(暴)雨时地下水中的总硬度(HB)和 HCO_3^- 离子浓度变化充分地说明了这一点(表5)。

2000年7月5日11时30分至12时15分一场大雨,降雨强度为47.07mm/h,雨前11:00时泉流量8.79 l/s, HB、 HCO_3^- 为138.14 mg/l、177.50 mg/l;到12:15泉流量迅速增大,于12:30观测(距初雨1:00),泉流量增至101.50 l/s, HB、 HCO_3^- 为110.42mg/l、136.48mg/l, HB和 HCO_3^- 含量比前次观测含量分别减少27.72mg/l和41.02mg/l;于14:00观测(距初雨2:30),泉流量为458.49 l/s, HB、 HCO_3^- 为135.07mg/l、161.93mg/l, HB和 HCO_3^- 含量已增高;于16:00观测(距初雨4:30),泉流量477.75 l/s达到峰值, HB、 HCO_3^- 为138.14mg/l、160.61mg/l, HB和 HCO_3^- 含量相对稳定;于21:50观测(距初雨10:20),泉流量197.87 l/s已衰减, HB含量已减少为119.94mg/l,但 HCO_3^- 含量相对稳定为169.05 mg/l。

2001年7月31日7时15分至12时00分,降水量达59.9mm。其中:第1时段7:15~8:25,降雨强度为40.94mm/h;第2时段8:25~12:00,降雨强度为3.35mm/h。于7:40观测(距初雨0:25),泉流量为3.52 l/s,尚未增大;8:10观测(距初雨0:55),泉流量增大至28.18 l/s, HB、 HCO_3^- 为120.17mg/l、

130.97mg/l, HB和 HCO_3^- 含量均已减少;于10:20观测(距初雨3:05),泉流量增大至569.0 l/s达到峰值;于10:30观测(距初雨3:15),泉流量557.43 l/s已开始衰减, HB和 HCO_3^- 含量则升高,分别为152.86mg/l和186.53mg/l。

经上述场雨观测结果证实,表层岩溶带水在大雨或暴雨初期(小于1小时),总硬度和 HCO_3^- 含量瞬时减少,随后总硬度和 HCO_3^- 含量开始逐渐升高,至流量出现峰值时,总硬度和 HCO_3^- 含量相应最高。其原因为:大(暴)雨时,表层岩溶带水迅速而大量地得到雨水的补给,被低 Ca^{2+} 和低 HCO_3^- 含量的雨水混合冲淡,因此其总硬度和 HCO_3^- 含量瞬时减少。之后随着汇水范围内大面积的雨水通过土层渗入补给地下水,流量迅速猛增,来源于土壤的 CO_2 和土壤中被溶的 Ca^{2+} 迅速随雨水进入地下水,故此在接近流量峰值时,表层岩溶带水的总硬度和 HCO_3^- 含量亦相应较高,随后总硬度和 HCO_3^- 含量又开始降低逐渐恢复正常状态。降雨强度(H)与HB、 HCO_3^- 含量呈负相关,即降雨强度大, HB和 HCO_3^- 含量低;降雨强度小,水中的HB和 HCO_3^- 含量大。其相关方程大致为:

$$\text{HB} = 152.77 - 0.62H \quad r = -0.6120$$

$$\text{HCO}_3^- = 184.05 - 0.87H \quad r = -0.6622$$

3.3 表层岩溶带水水化学组分与生态环境关系分析

区内表层岩溶泉主要位于盆地北部及东西两侧,多分布于沟谷边缘及洼地周边斜坡地带。不同生态环境,表层岩溶泉水化学组分特征有所不同^[8],从表6可见:

表5 干河猪场泉流量、水化学与场雨效应观测结果表

Tab. 5 Observing data of runoff, hydrochemistry and precipitation effect in Ganhe-Zhuchang Spring

观测时间		雨时	雨强 H	至初雨时	流量 Q	水温	pH 值	总硬度	HCO ₃ ⁻	备注
年、月、日	时、分	(时、分)	(mm/h)	间(时、分)	(l/s)	(℃)		HB(mg/l)	(mg/l)	
2000.7.5	11:00			雨前	8.79	14.3		138.14	177.50	
	12:30	11:30~12:15	35.3/0.75	1:00	101.50	14.3	7.69	110.42	136.48	
	14:00			2:30	458.49	14.4		135.07	161.93	
	16:00			4:30	477.75	14.4	7.43	138.14	160.61	Q 峰值
	21:50			10:20	197.87	14.2	7.69	119.94	169.05	
2001.6.9	9:40	9:25~9:50	10.0/0.42	0:15	2.15					
	10:00			0:35	2.67	14.2		132.67	158.75	
	11:00	9:50~13:00	10.0/0.37	1:10	4.17			149.01	166.69	
	15:00	13:00~16:00	5.6/3.0	5:35	36.98			138.44	166.69	
	17:20			7:55	90.07					Q 峰值
2001.7.12	8:00	5:40~8:00	41.5/2.33	2:20	5.83					
	9:00	8:50~9:15	12.5/0.42	3:20	169.68	14.3		157.66	190.50	
	10:10			4:30	393.96					Q 峰值
	15:10			9:30	159.78			149.97	178.59	
2001.7.31	7:40	7:15~8:25	47.9/1.17	0:25	3.52	14.6				
	8:10	8:25~12:00	12.0/3.58	0:55	28.18			120.17	130.97	
	10:20			3:05	569.00					Q 峰值
	10:30			3:15	557.43			152.86	186.53	

(1)四个泉都属低矿化的 HCO₃⁻Ca 型中性淡水, pH 值 7.0~8.0、溶解性总固体 TDS<200mg/l、总硬度 HB<180mg/l。水溶组分以 HCO₃⁻、Ca²⁺ 离子组成的碳酸盐组分为主(见表 2),占溶解离子总含量的 85%以上。

(2)黄家湾泉泉域属灌丛、草地、旱地等混合型地区、植被和土层部分覆盖,其水化学组分含量最高;小路湾泉属旱地、土层全覆盖、基本无植被,其水化学组分含量最低;干河猪场泉和干河猪场 S106 泉属灌木丛区,植被覆盖率为 96.43%,但土层很少,水化学组分含量介于上述两种类型之间。由上可见,本区植被、土层混合覆盖的地区表层岩溶泉水中的 HCO₃⁻、Ca²⁺

含量比基本为植被覆盖和基本为土层覆盖的地区高;而植被覆盖区表层岩溶泉水中的 HCO₃⁻、Ca²⁺ 含量比土层覆盖区高。这是因为在有植被覆盖或覆盖程度高的地带,由于生物活动强烈,导致表层岩溶带溶蚀作用增强,因而表层岩溶泉水中的 HCO₃⁻、Ca²⁺ 含量较高;而在无植被覆盖或覆盖程度低的地带,表层岩溶带的溶蚀作用相对弱化,其水中的 HCO₃⁻、Ca²⁺ 含量也相对较低。在其它条件相当的情况下,有土壤覆盖的地带,表层岩溶带的发育强度要高于无土壤覆盖的地带,因而其水中的 HCO₃⁻、Ca²⁺ 含量也要高于无土壤覆盖的地带。

表6 洛塔不同生态环境表层岩溶泉水化学主要特征表

Tab. 6 Major hydrochemical characteristics of epikarst springs under different ecological environments in Luota

泉名	植被状况 (覆盖率)	土地覆盖程度	TDS 均值 (mg/l)	HB 均值 (mg/l)	Ca ²⁺ 均值 (mg/l)	Mg ²⁺ 均值 (mg/l)	HCO ₃ ⁻ 均值 (mg/l)
干河猪场泉 干河猪场 S106 泉	灌木丛:92.97% 树林:3.46%	一般为裸露基岩,土层极少,覆盖率,<5%分布不连续。	141.00	134.13	50.26	2.43	158.43
			168.26	159.03	61.43	2.39	179.65
黄家湾泉	旱地:25% 灌丛草地:45% 裸地:28% 树林:2%	土层覆盖: 20~25%	192.60	176.62	69.77	2.25	218.62
小路湾泉	旱地:100%	全覆盖,土层结构半松散,土层连续、土层厚度为 0.5~1.0m	111.73	109.63	38.22	2.38	115.59

注:TDS 为溶解性总固体,HB 为总硬度(以 Ca Co3 计)。

4 结论

(1) 洛塔表层岩溶带水溶解性总固体(TDS)和总硬度(HB)含量区间大, TDS 平均值一般低于 150 mg/l; HB 平均值一般低于 140 mg/l。水化学组分受含水介质的制约, 不同含水介质水化学组分的形成与含水介质性质具有密切的内在关系。

(2) 本区因地处高寒山区, 气温较低, 表层岩溶带水的水温相应较低, 水温随气温季节性变化也有所变化。

(3) 大气降水是表层岩溶带水的主要补给来源, 表层岩溶带水化学成分的形成与大气降水密切相关, 总硬度和 HCO_3^- 含量与降雨量呈明显的负相关关系, 大气降水的多寡, 直接影响到地下水化学成分含量的大小, 丰水期降水量大, 渗透补给地下水的量愈大, 地下水受到混合冲淡作用的程度就愈强, 化学成分的含量就低; 反之, 枯水期地下水化学成分则高。

(4) 不同的生态环境对表层岩溶带水的水化学组分具有明显的影响, 植被、土壤的覆盖程度与水化学组分含量高低呈正相关性。

(5) 表层岩溶水的化学成分是多种因素综合作用

的结果, 本文只作了初步的分析, 在什么条件下, 哪种因素起决定性的作用, 有待于作进一步的研究。

由于笔者水平有限, 不当之处希望各位专家给予批评指正。

参考文献

- [1] 洛塔岩溶地质研究组. 洛塔岩溶及其水资源评价与利用的研究[M]. 第一版. 北京: 地质出版社, 1984: 1-122.
- [2] 劳文科, 李兆林, 罗伟权等. 洛塔地区表层岩溶带基本特征及其类型划分[J]. 中国岩溶, 2002, 21(1): 30-35.
- [3] 蒋忠诚, 王瑞江, 裴建国等. 我国南方表层岩溶带及其对岩溶水的调蓄功能[J]. 中国岩溶, 2001, 20(2): 106-110.
- [4] 刘再华. 表层岩溶带的水温特征及其与下部包气带的对比——以桂林岩溶水文地质试验场为例[J]. 中国岩溶, 1991, 10(4): 277-282.
- [5] 梁彬, 李兆林, 朱远峰. 洛塔岩溶生态系统可持续发展模式[J]. 中国岩溶, 2002, 21(4): 290-298.
- [6] 刘再华. 桂林岩溶水文地质试验场岩溶水文地球化学的研究[J]. 中国岩溶, 1992, 11(3): 209-216.
- [7] 沈照理, 朱宛华, 钟佐. 水文地球化学基础[M]. 第一版. 北京: 地质出版社, 1993.
- [8] 章程, 曹建华. 不同植被条件下表层岩溶泉动态变化特征对比研究——以广西马山弄拉兰电堂泉和东旺泉为例[J]. 中国岩溶, 2003, 22(1): 1-5.

PRELIMINARY ANALYSIS ON HYDROGEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE EPIKARST ZONE IN LUOTA, HUNAN

LIANG Xiao-ping, ZHU Zhi-wei, LIANG Bin, GUAN Bi-zhu, ZOU Sheng-zhang
(Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin, Guangxi 541004, China)

Abstract: Luota is a typical karst area of karst hill-depression in southwest China. In this paper, characteristics of hydro-chemical field and water temperature field of the epikarst zone in Luota are studied by monitor data of water environment in the recent two years. It is concluded that the origin of hydro-chemical field and water temperature field is evidently related with some factors, such as climate, ecological environment, karst water-bearing medium. Different influencing factors have different effects on hydro-chemical component of epikarst water while epikarst water is affected largely by climate. Rainfall is the main recharge for epikarst water, of which the intensity directly affects hydro-chemical component, while total hardness and HCO_3^- are evident negatively related to rainfall. As for a high-cold mountainous area, the temperature of epikarst water is quite low and varies with the season. The impact of ecologic environment on hydro-chemical component of the epikarst water is that the covered rate of vegetation and soil is positively related to hydro-chemical component of the water.

Key words: Epikarst zone; Hydro-chemical component; Water temperature field; Precipitation; Ecological environment