

紫坪铺电站坝区地下水化学特征分析与评价

黄 勇,周志芳,李 磊

(河海大学土木工程学院,江苏 南京 210098)

摘要:从地下水化学组分、水质特征和形成机制等几个方面,综合应用图示法和聚类法,探讨了紫坪铺电站坝区地下水的化学特征.分析结果表明,坝区地下水和地表水对火山灰水泥和普通碳酸盐水泥均无侵蚀性.

关键词:水质评价;化学组分;水电站;紫坪铺

中图分类号:P641.3

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2001)07-0102-03

1 地质概况

紫坪铺水利枢纽位于四川省成都市西北60多km的岷江上游,是一座以灌溉和供水为主,兼有发电、防洪、环境保护、旅游等综合效益的水利工程,是都江堰灌区的调节水源工程.

a. 地形地貌.区内属中低山地形,山体总体走向与构造线基本一致,属构造剥蚀地形.

b. 地层岩性.区内出露地层包括三叠系基岩,河谷斜坡和谷底表部的第四系松散堆积层.基岩为三叠系上统须家河组(T_3^{XJ})的一套湖沼相含煤砂页岩地层,属典型的复理式建造沉积.第四系松散堆积层主要由残积、冰水堆积物组成,分布于河谷斜坡上,厚15~25m.

c. 地质构造.紫坪铺电站坝区位于龙门山构造带中南段,挟持于北川—映秀和安县—灌县断裂之间,其主要构造形式为北东向短轴褶皱并伴随与之平行、倾向北西的一系列叠瓦式逆冲断层.

2 地下水化学组分及水质特征

2.1 地下水化学组分

根据坝址区的地形地貌以及地层岩性,将该地区的水体分为地表水和地下水,地表水为龙溪河河水和沟水,地下水分为砂页岩裂隙水、石灰岩裂隙-溶隙水以及河床堆积体孔隙潜水.从1991~1993年共取了80余组水样进行化学分析,成果经整理,部分列于表1(表中数据取于1992年9月).

从表1中可以看出,坝址区水体的主要化学成

表1 水质分析成果

水 型	取 样 点	水样 编号	阳离子/($\text{meq}\cdot\text{L}^{-1}$)			阴离子/($\text{meq}\cdot\text{L}^{-1}$)			溶解气体/($\text{meq}\cdot\text{L}^{-1}$)		pH 值	水质类型
			Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	游离 CO_2	侵蚀 CO_2		
地下水	罗家堰口	K25	2.62	0.12	1.35	0.27	0.34	3.48	7.46	0	7.5	$\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$
			64.00	3.00	33.00	6.60	8.40	85.00				
		K29	2.74	0.20	1.12	0.10	0.24	3.72	3.23	0	7.7	$\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$
			67.50	4.90	27.60	2.40	6.00	91.60				
	白沙河	S28	4.16	1.73	2.16	0.31	0.34	7.55	24.85	0	7.5	$\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$
			51.70	21.50	26.80	3.80	4.20	92.00				
		S25	3.18	0.94	1.31	0.39	0.34	4.69	21.87	22.56	7.3	$\text{HCO}_3\text{-Ca}$
			58.60	17.30	24.10	7.20	6.30	86.50				
	堆积体	S01	4.63	0.57	1.90	0.32	0.34	6.42	19.88	0	7.5	$\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$
			65.20	8.00	26.80	4.50	4.80	90.70				
		S04	2.79	0.47	1.24	0.27	0.28	3.95	5.47	0	7.7	$\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$
			62.10	10.40	27.60	6.00	6.20	87.80				
地表水	龙溪河		3.34	0.71	1.25	0.29	0.31	4.19	5.72	0	7.7	$\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$
			63.00	13.40	23.60	6.10	6.40	87.40				

作者简介:黄勇(1974—),男,重庆人,硕士研究生,主要从事水文地质研究.

分为: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- 以及游离 CO_2 和侵蚀 CO_2 等. 不同取样点的水样, 其基本化学成分受水循环区岩石、土壤组成的影响较大, 且由于时间的不同, 同一取样点的各种离子的绝对含量也各不相同. 各种水样主要离子百分含量间一般都有如下关系, $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ (\text{K}^+) > \text{Mg}^{2+}$, $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$. 这符合碳酸盐地区地下水的一般特点, 因为在碳酸盐地区的水样中, 以 HCO_3^- 为主, 其次是 SO_4^{2-} , Cl^- 浓度很低.

2.2 水质特征

根据对 1992 年 6 月至 1993 年 5 月以来多组地表、地下水化学分析, 结果表明, 龙溪河河水的 pH 值 7.7~7.9, 总碱度 7.66~11.75(德国度), 总硬度 8.49~10.15(德国度), 矿化度 0.1759~0.2520 g/L. 其中, 龙溪河沟水含有侵蚀性 CO_2 , 为 10.91 mg/L, 龙溪河河水不含有侵蚀性 CO_2 , 水质类型以 $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$ 为主, 少量为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型水. 砂页岩裂隙水, pH 值 6.9~7.9, 总硬度 5.9~20.66(德国度), 总碱度 6.16~23.38(德国度), 矿化度 0.1319~0.5002 g/L, 水质类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$, 少量为 $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ 型水. 松散介质孔隙水, PH 值 7.2~7.8, 总硬度 7.95~17.41(德国度), 总碱度 7.9~26.22(德国度), 矿化度 0.1670~0.5117 g/L, 水质类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$.

为了对不同类型水化学组分及含量进行比较, 更好地反应各种类型水体的化学特征, 可采用圆形图图示法表示水化学分析结果, 见图 1.

圆形图表示法, 就是把圆形分为两半, 一半表示阳离子, 一半表示阴离子, 某离子所占的扇形面积的大小, 按该离子毫克当量总数的百分比而定. 图 1 为几组水样水化学分析结果的圆形图, 从图中可以直观地看出每组水样中各离子所占比例的大小. 显然, 龙溪河水样的 HCO_3^- 和 Ca^{2+} 均略高于其它各组水样的 HCO_3^- 和 Ca^{2+} , 究其原因可用地下水系统中的碳酸平衡原理进行解释; 即认为龙溪河河水处于

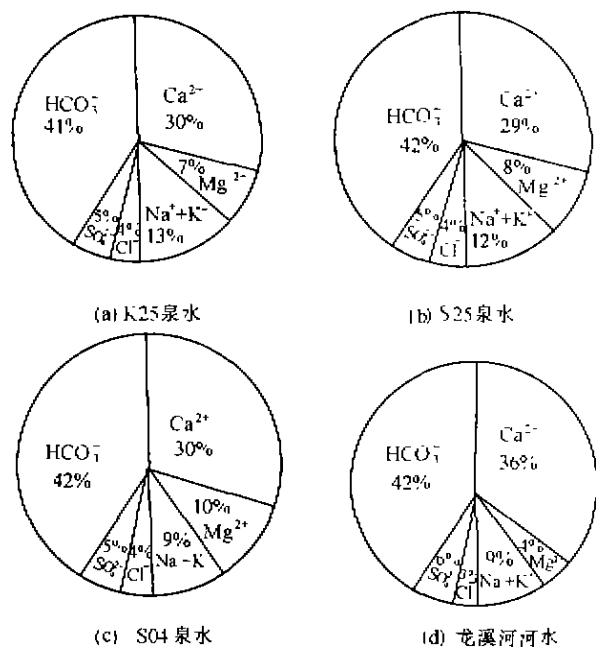


图 1 离子毫克当量的百分比圆形图示

开系统, 该系统与大气有 CO_2 交换, 水与碳酸盐间溶解反应所消耗 CO_2 可不断地得到补充, 碳酸盐溶解不受 CO_2 控制. 其它各组水样处于闭系统, 与大气几乎没有 CO_2 交换, 碳酸盐溶解要受到 CO_2 控制, 因此, HCO_3^- 和 Ca^{2+} 浓度较低.

3 坝区地下水化学特征综合分析

根据各组样品计算出各离子的平均值, 采用聚类分析的方法, 来判定沟水、河水、泉水之间是否存在水力联系, 见表 2. 聚类分析就是根据一批样品的多个观测指标具体找出一些能度量样品(Q 型)或指标(R 型)相似程度的统计量, 以这些统计量为分类依据, 把一些相似程度较大的样品(或指标)聚合一类. 这里我们主要运用 Q 型逐步聚类分析, 对样品进行分类. 根据表 2 所列数据应用计算机进行计算, 结果见图 2. 由聚类谱系图 2 可以看出, 各水样的水

表 2 水质成果

编号	取样点	主要离子含量/(mg·L ⁻¹)						矿化度 /(g·L ⁻¹)
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	
1	龙洞子泉水	44.94	6.47	23.41	190.14	18.85	10.10	0.1988
2	后沟泉水	36.19	8.12	20.72	169.42	15.67	9.64	0.1751
3	深坑右岸泉水	47.58	6.36	21.64	203.47	12.67	8.47	0.1984
4	条形山脊泉水	75.95	23.49	41.46	423.29	20.32	9.66	0.3866
5	条形山脊泉水	61.52	12.70	21.59	251.40	25.75	14.06	0.2456
6	采石场沟、泉水	53.18	8.43	22.43	215.08	51.42	24.93	0.2403
7	果木坪泉水	85.29	10.87	42.95	386.30	18.84	12.07	0.3638
8	灯盏坪泉水	55.32	9.69	26.83	234.88	21.95	15.04	0.2461
9	白庙子泉水	53.73	6.72	46.47	232.76	21.07	11.85	0.2387
10	龙洞子河水	61.30	4.50	18.05	204.72	21.81	9.35	0.2182

质相关系数都超过 0.98,说明它们的相似程度都很好,可以认为它们之间的水力联系较密切.在相关系数大于 0.998 的范围内,可以将 1,2,5,8 和 3,7 各聚为一类,表明它们都来自同一水源的补给.

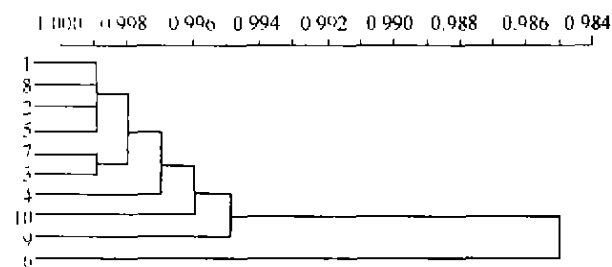


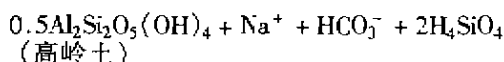
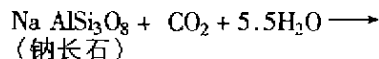
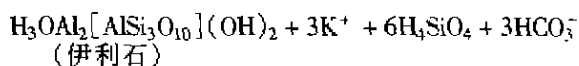
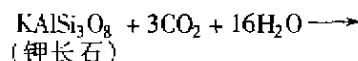
图 2 水样 Q 型逐步聚类谱系

4 坝址区地下水化学组分形成机制分析

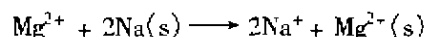
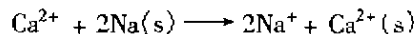
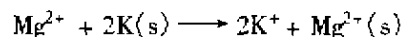
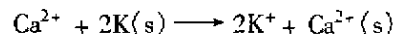
坝址区地下水类型主要为第四系覆盖孔隙性潜水和基岩裂隙水.

a. 孔隙水化学成因.由于孔隙水主要接受大气降水的补给,且径流路径短,故其水质特性表现为:pH 值 7.2~7.8,总硬度 7.95~17.41(德国度),总碱度 7.9~26.22(德国度),矿化度 0.1670~0.5117 g/L,水质类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$.与雨水的水质类型较为相似.

b. 砂页岩裂隙水化学成因.主要受该区的岩性、构造、卸荷深度等因素制约.从河谷谷坡向两岸山体内部,风化卸荷裂隙的发育程度逐渐减弱,层间、层内错动带节理、裂隙的透水性也逐渐降低,其水质特征也显示出向山体内部矿化度相对降低, Na^+ , K^+ 离子浓度相对增大的现象.地下水在砂页岩介质中流动,必然会发生水-岩间的相互作用,使得地下水化学成分发生改变.在坝址区砂页岩中,地下水主要与砂岩中的钾长石、钠长石发生不全等反应,其反应式如下:



同时还发生了一些阳离子交换反应:



式中括弧中的“s”指固体组分.从上面的反应来看,越靠近山体内部,地下水径流越长,反应越充分,故水中 Na^+ , K^+ 离子含量越高,而 Ca^{2+} , Mg^{2+} 离子含量相对减少,使得地下水的矿化度、硬度也相应变小.

5 结 论

通过上述分析,可得出如下结论:①所有水样的矿化度均小于 1 g/L,属低矿化度碳酸钙镁水;②pH 值大于 7,不具一般酸性侵蚀性;③重碳酸盐碱度(毫克当量)大于规定标准,不具溶出性侵蚀性;④游离 CO_2 含量小于规定标准,不具碳酸盐侵蚀性;⑤ Mg^{2+} 离子含量均小于 1000 mg/L,不具镁化性侵蚀性.根据环境水对混凝土侵蚀性评价标准,紫坪铺水库工程的地下水、河水、沟水对火山灰水泥和普通碳酸盐水泥均无侵蚀性.

参考文献:

- [1] 沈照理,朱宛华,等.水文地球化学基础[M].北京:地质出版社,1993.
- [2] 王大纯,张人权,等.水文地质学基础[M].北京:地质出版社,1995.

(收稿日期:2001-08-08 编辑:熊水斌)

欢迎订阅

全国水利系统优秀期刊 江苏省优秀期刊

欢迎投稿



水利水电科技进展

双月刊, A4 开本, 彩色封面, 64 页, 2002 年全年定价 30.00 元, 全国各地邮局均可订阅

国际标准刊号: ISSN 1006-7647

编辑部地址: 210098 南京市西康路 1 号

国内统一刊号: CN 32-1439/TV

联系电话: (025) 3786335

国内邮发代号: 28-244

电子信箱: jz@hhu.edu.cn

(也可直接汇款至编辑部订阅, 另加 6.00 元邮寄费)