

西南岩溶石山地区水窖水质状况及保护措施

——以云南木美地下河流域为例

郭 芳 ,姜光辉

(中国地质科学院岩溶地质研究所 ,广西 桂林 541004)

摘要 :以云南省木美地下河流域为例 ,就西南岩溶区水窖的水质状况进行分析 ,结果表明水窖的水质状况尚为良好。由于水窖建材及水源类型等的不同 ,导致水窖水质的差异。水窖的污染类型有四类 :颜色、肉眼可见物异常 ,超长时间放置导致生物性污染 ,pH 值呈碱性 ;生活垃圾和污水引起 HCO_3^- , Ca^{2+} , Na^+ , Cl^- 等离子超标。建议加大力度 ,加强水源地的保护 ,改善水窖的水质。

关键词 :水窖 ;水质 ;岩溶区 ;云南

中图分类号 :X824 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X(2005)01-0018-03

Present state and protection of water quality of water cellar in karst mountain areas of South China : a case study on Mumei subterranean stream basin

GUO Fang , JIANG Guang-hui

(Institute of Karst Geology , CAGS , Guilin 541004 , China)

Abstract :The water quality of water cellar in karst areas of South China is analyzed in the case of Mumei subterranean stream basin , showing good results. The water quality of water cellars differs because of the different materials and water sources of water cellars. The pollution types in water cellar include the abnormity in color and macroscopic matter , biological pollution due to long-time placement , the alkalinity of pH , and some ions , exceeding the standard , such as HCO_3^- , Ca^{2+} , Na^+ , and Cl^- . It is suggested that the protection of water source area should be strengthened to improve the water quality in cellars.

Key words :water cellar ; water quality ; karst region ; Yunnan

西南岩溶地区主要分布在以贵州为中心的云南、四川、广西、湖南、湖北、广东和重庆等省、区、市 ,面积约 62 万 km^2 ,是世界上最大的一片裸露型岩溶区。该地区的水土资源不配套 ,可溶岩造壤能力低 ,地下岩溶发育 ,水源漏失 ;“三水”转化迅速 ,地下水资源丰富而地表水缺乏等^[1] ,导致生态脆弱、贫困人口面大等问题。“八七”扶贫攻坚计划以后 ,西南岩溶石漠化区还有约 1000 万人没有越过温饱线 ,800 万人的饮水问题没有解决。从 1997 年开始 ,国家特别是各省、自治区政府积极引导 ,加大力度在岩溶石山区修建水窖 ,缓解了岩溶山区枯季缺水问题。水窖是

山区居住分散、水源缺乏地区解决人畜饮水困难的切实可行的办法 ,也是解决旱地灌溉的措施之一。

木美地下河流域位于云南省文山壮族苗族自治州的广南县与富宁县交界部位 ,面积 308.5 km^2 ,其中碳酸盐岩面积 297.12 km^2 ,占总面积的 96.3% ,是典型的峰丛洼地区。流域地处低纬度高原季风气候区 ,干(旱)湿(雨)季分明 ,雨季从 5 至 10 月(占全年降水量的 83% 左右) ,旱季从 11 至次年 4 月 ,降水量偏少。据统计 ,木美多年平均降水量为 1 300 mm ,多年平均气温 17℃ 左右。

基金项目 :国土资源部国土资源大调查项目(水 2003-001-26)
作者简介 :郭芳(1978—) ,女 ,广西百色人 ,助理研究员 ,主要从事岩溶学研究工作 ,E-mail :gfg@karst.edu.cn

1 研究现状

有关水窖的研究 ,以前主要是集中在水窖的作用、建设技术、效益方面 ,水窖的水质方面也有涉及^[2~4] ,但仅是参照地表水水质评价标准进行评价 ,而没有考虑到水窖位置的地质背景以及建水窖的材料不同而导致水窖水质的差异。近年来已经注意到大规模水窖建设虽然投入了大量的人力物力 ,但并非所有的水窖都能正常运转 ,而一些以表层岩溶水为补给源的水窖收到良好的效果 ,因此水窖的位置对水窖的水质、水量状况具有重要影响^[5]。

2 研究方法

此次用德国 WTW 公司生产的多参数自动监测仪在不同年月份现场测了 38 个水窖的 pH 值、温度、电导率、 HCO_3^- 、 Ca^{2+} ,选择其中的 12 个水窖作为典型评价 ,其中 3 个水窖作水质全分析 ,9 个水窖水质作简分析。这些水窖大部分为家庭饮用水水窖 ,水窖集雨面积小的有几十平方米 ,大的有 100 m^2 左右。由于研究区为典型的峰丛洼地区 ,无工业分布 ,农田很少施化肥而使用农家肥 ,由多次抽样的水质全分析可知基本无毒理性方面的污染 ,水质受到污染大多是生活垃圾等导致 pH 值、硬度、电导率等的超标 ,因此不采取例行的参照水质评价标准来评价 ,而是采用区分不同类型水窖 ,参照该类型的本底值来评价。

3 水窖的水质状况

由于经济的原因 ,水窖的建材有所不同。有些地区用水泥和石料修建了密封程度好、坚固耐用的水窖 ,有些地区还在继续使用以前制作简陋的水窖 ;有些水窖利用房顶屋檐作为收集雨水的工具 ,有些水窖收集坡面流 ,还有些水窖利用表层岩溶泉 ,这些水窖水源的不同导致水质的差异。表 1 列举了流域内几种类型水窖的特征和水质情况。

无论是哪一种水窖 ,其水化学类型受地质背景的影响基本上都是 $\text{Ca}-\text{HCO}_3^-$ 型水 ,水质的区别在于硬度的大小和电导率的高低 ,还有颜色、肉眼可见物等。

表 1 木美地下河流域的水窖水质情况

水窖修建时间	修建水窖用材	水源类型	水质状况	说 明
20 世纪 90 年代前	直接在土层中挖坑蓄水 ,或者利用溶蚀裂隙蓄水	坡面流、表层岩溶水、雨水	长期得不到更新 ,水颜色变黑 ,坡面流的泥沙使有些水窖水颜色为黄色 ,水中多有树叶等肉眼可见物 ,普遍生长小虫子	受经济条件的限制 ,无法采取保护水源的措施 ,政府应该协助解决问题
		雨水	水质较好 ,但部分水窖水质呈碱性	水质的碱性可能与超长时间存放有关
20 世纪 90 年代后	用水泥、钢筋、石料修建成密封性好的水窖	坡面流	水颜色为黄色 ,易受污染	加强水源地的保护 ,才能防止水质污染
		泉水	水质很好 ,个别泉水受到生活垃圾的污染	通过调查才能了解水质污染的途径

归纳起来水窖的污染类型有四类 :颜色、肉眼可见物异常 ;生物性 ;pH 值呈碱性 ;生活垃圾引起的 HCO_3^- 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Cl^- 等离子异常。其中第一类、第二类污染最为常见 ,第三类、第四类污染仅是个别现象。

3.1 颜色、肉眼可见物异常

主要发生在以前修建的老水窖中。受经济条件的限制 ,老水窖比较简陋 ,常常是在有利的地形条件下挖一个坑 ,收集雨水和坡面流 ,水窖周围不做任何防护措施 ,因此周围的树叶、垃圾很容易进入水窖。加上水窖没有排水口 ,长期无人清洗 ,水中的杂物也就越积越多。长期存放的雨水会生长出浮萍之类的植物 ,以及虫子、细菌之类的生物。

防治这类污染的方法 :一是加大投入 ,整治水窖周边的环境 ,划定水质保护区的范围 ,修建围栏等 ;二是在雨季雨水充足时经常性地清洗水窖。

3.2 生物性污染

主要是水体放置时间太长引起的。虽然没有进行细菌总数分析 ,但肉眼见到的生物就有许多。生物性污染较难治理 ,而水窖蓄水受降雨的控制 ,不受人为控制 ,特别是在季风气候区 ,丰水季节和枯水季节降雨量相差悬殊 ,更加剧了这类污染。从 2003 年 8 月 7 日至 2004 年 5 月 4 日的降雨量(图 1)可以看到 ,2003 年 8 月至 9 月上旬降雨量大且频繁 ,2003 年 9 月下旬开始直至 2004 年 4 月上旬雨水明显稀少 ,2004 年 4 月下旬降雨才开始逐渐增多 ,枯水时日长达 7 个月。

据调查统计 ,水窖的容积一般为 40 m^3 ,如果是通过屋顶收集雨水 ,水窖的集雨面积达几十平方米 ,

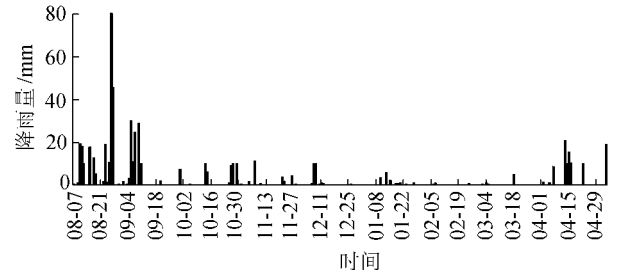


图 1 木美地下河流域 2003 ~ 2004 年降雨量

设水窖的集雨面积是100 m² ,并假定 1 户人家有 4 口人 ,有 1 个 40 m³ 的水窖 ,平均每人日需水量为 40 L ,以 2003 年 8 月至 2004 年 5 月降雨时段为例 ,说明水窖贮水量的变化。在理想的状态下 ,降雨量达到 1 mm 时水窖增加的水量为 1 × 100 = 100 L ,日消耗水量为 4 × 40 L = 160 L ,据此计算水窖的贮水量 ,并作出贮水量变化曲线(图 2)。曲线显示雨季水窖贮存的水量能够满足 1 户 4 口人的使用 ,枯水季节水窖的水一直处于消耗减少状态 ,雨季储存的水要提供枯季 7 个月的饮用。如果不做好消毒卫生工作 ,在如此长的放置时间内很难避免水变质。

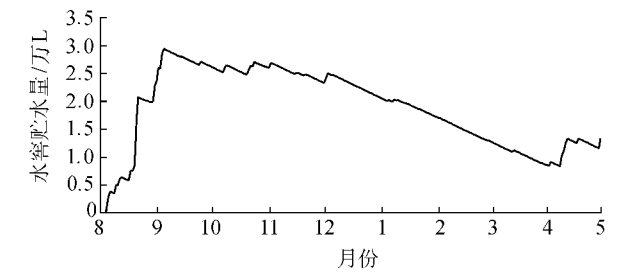


图 2 2003 ~ 2004 年水窖贮水量变化曲线

3.3 pH 值呈碱性

在地下修建的水窖 ,出现 pH 值高出饮用水标准的现象 ,水窖的 pH 值最高的达 9.26 ,但同一个水窖表层水与下层水的 pH 值有很大的差异 ,表层水 pH 值为 7.31。下层水的固形物高于表层水 ,原因是新鲜的雨水停留在水窖的表面 ,陈旧的雨水沉入池底。调查 29 个水窖 ,pH 值平均为 7.74 ,有 3 个水窖 pH 值超过饮用水标准 ,pH 值合格率达 90%。

3.4 离子浓度异常

调查的 12 个水窖中存在离子浓度异常的水窖有 2 个 ,虽然没有发现超过饮用水标准的离子 ,但水质污染的事实是存在的 ,因为一些离子的浓度明显高出了本底值。造成离子浓度异常的原因是群众生活水平低 ,卫生意识差 ,个别水窖位置低 ,且离村子的生活垃圾、污水非常近 ,又无其他保护措施 ,生活垃圾、污水随雨水直接流进水窖或者渗入水窖。对比其他不受生活垃圾影响的水窖的水质可知 ,HCO₃⁻、Ca²⁺、Na⁺、Cl⁻ 等离子超标大多为生活垃圾所为。表 2 说明了受污染的 2 个水窖的污染程度。

4 结 论

目前云南水窖的污染主要是肉眼可见物、色度、浊度异常 ,生物性污染 ,pH 值呈酸性以及生活垃圾、粪便引起的离子浓度异常。引起污染的原因有人为方面的 ,比如生活条件、经济条件差 ,无力改善生活环境 ,卫生意识薄弱等。自然方面的原因是虽然南方降雨量充沛 ,但是降雨过于集中在雨季 ,枯季长达

表 2 受污染水窖离子异常程度

离子	水窖水质本底值变化范围 (mg · L ⁻¹)	平均本底值 (mg · L ⁻¹)	离子异常程度 (高出平均本底值的倍数)	
			潘家塘水窖	杨柳树水窖
K ⁺	0.11 ~ 4.68	1.63	4.0	4.0
Na ⁺	0.01 ~ 1.40	0.53	35.0	8.0
Ca ²⁺	15.40 ~ 85.96	44.03	2.8	
Mg ²⁺	0.51 ~ 1.84	1.25	3.0	4.6
Cl ⁻	2.09 ~ 4.41	2.83	26.0	4.0
SO ₄ ²⁻	0 ~ 7.17	2.13	12.6	
HCO ₃ ⁻	42.20 ~ 181.45	125.25	2.0	1.0

半年之久 ,降雨稀少 ,主要依靠雨季贮存的雨水维持 ,导致水窖水超长时间放置 ,容易导致污染。建议抬高水窖的位置 ,尽量远离生活区 ,同时采取一定的防护措施 ,在雨季雨水充足时 ,对水窖进行彻底的清洗 ,水窖的建设与生态建设相结合 ,保护水源林 ,政府加大投资 ,改善饮用水环境。

参考文献 :

[1] 袁道先 ,朱德浩 ,翁金桃 ,等 .中国岩溶学 [M].北京 :地质出版社 ,1993 .158 ~ 159 .
[2] 孟庆杨 ,曹淑广 .水窖在解决山区人畜饮水工程中的应用及结构型式的改进 [J].山东水利科技 ,1994 (4) 56 ~ 57 .
[3] 任朝阳 .南方山区水窖建设技术要点 [J].中国水土保持 ,2003 (12) 35 ~ 36 .
[4] 王龙智 ,姚焕英 ,靳维泰 ,等 .余庆县核桃坪水窖水质监测及评价 [J].水资源保护 ,1994 (3) 56 ~ 59 .
[5] 袁道先 .岩溶地区的地质环境和水文生态问题 [J].南方国土资源 ,2003 (1) 22 ~ 25 .

(收稿日期 2004 - 07 - 05 编辑 :傅伟群)

欢迎订阅《水利水电科技进展》

全国中文核心期刊 中国科技核心期刊
全国水利系统优秀期刊 华东地区优秀期刊
江苏省优秀期刊

(邮发代号 28 - 244 ,CN32 - 1439 /TV ,ISSN1006 - 7647 ,双月刊)

《水利水电科技进展》主要刊登与水利、水电、水工程、水资源、水环境等学科有关的科技论文 ,辟有专家论坛、学术研究、工程应用、工程管理、专题综述、国外水利、科技简讯等栏目 ,适合与水科学、水工程、水环境等有关的科学研究人员、工程技术人员、科技管理人员以及大专院校师生阅读。

《水利水电科技进展》由邮局发行 ,邮发代号 28 - 244 ,2005 年全年每份订价 30.00 元。读者亦可直接向编辑部订阅。欢迎个人和单位直接汇款订阅或函索订单。编辑部地址 210098 南京市西康路 1 号河海大学《水利水电科技进展》编辑部。联系电话 025—83786335 E-mail jz@hhu.edu.cn http ://kkb.hhu.edu.cn .汇款时务请注明“订水利水电科技进展”。