

DOI: 10.19657/j.geoscience.1000-8527.2018.05.23

# 云南省蒙自东山岩溶地区村寨水塘 调查与环境质量评价

廖红为, 李社宏, 严松, 粟阳扬, 李雨静, 付嵩

(桂林理工大学 地球科学学院, 广西 桂林 541006)

**摘要:** 选取了云南省蒙自东山岩溶地区具有代表性的22个村寨水塘开展调查研究。通过测试分析, 发现蒙自东山地区村寨水塘属于中性-碱性水质, 水塘的氨氮和TP平均浓度达到地表水体V类水标准限值的1.66倍和0.68倍; TN和 $\text{SO}_4^{2-}$ 平均浓度达到地表水体V类水标准限值3.37倍和16.24倍。研究区水塘中Mn、Cu、Zn、Cd和Pb平均浓度达到地表水体V类水标准限值的651.54倍、3.77倍、21.74倍、5.90倍和4.10倍。据调查, 东山岩溶地区村寨水塘污染普遍且严重, 均为V类水; 其中在白姑村水塘中Zn、Cd的浓度达到地表水水体V类水限值的446.1倍、86.5倍, 应引起当地居民和政府的高度注意。

**关键词:** 蒙自; 水塘; 地表水; 污染; 云南省

**中图分类号:** P595; P641.3

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-8527(2018)05-1097-06

## Investigation of the Village Ponds and Environmental Quality Assessment in Dongshan Karst Area, Mengzi, Yunnan Province

LIAO Hongwei, LI Shehong, YAN Song, SU Yangyang, LI Yujing, FU Song

(College of Earth Science, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi 541006, China)

**Abstract:** There are 22 village ponds in the Dongshan karst area for investigation in Mengzi, Yunnan Province. Based on pH analysis, the village ponds is belong to the neutral-alkaline water quality. The average concentrations of ammonia-nitrogen and TP in ponds are 1.66 and 0.68 times as those of the class V on the surface water. The average concentrations of TN and  $\text{SO}_4^{2-}$  in ponds are 3.37 and 16.24 times as those of the class V on the surface water. On the other side, the average concentrations of Mn, Cu, Zn, Cd and Pb in ponds are 651.54, 3.77, 21.74, 5.90 and 4.10 times as those of class V on the surface water. These reservoirs were polluted heavily by heavy metals. The village ponds pollution was widespread and serious in Dongshan karst area, and the water is class V. The concentration of Zn and Cd in Baigu village reservoir is 446.1 and 86.5 times as class V water. The local population and the government should pay more attention to these situation.

**Key words:** Mengzi; pond; surface water; pollution; Yunnan Province

收稿日期: 2018-01-05; 改回日期: 2018-05-08; 责任编辑: 戚开静。

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目(12120114069101-03); 广西地质调查基金项目(桂地矿综研[2017]43号)。

作者简介: 廖红为, 男, 硕士研究生, 1987年出生, 岩石学、矿物学、矿床学专业, 主要从事成矿规律与成矿预测及水资源环境等方面研究。Email: 1206676980@qq.com。

引用格式: 廖红为, 李社宏, 严松, 等. 云南省蒙自东山岩溶地区村寨水塘调查与环境质量评价 [J]. 现代地质, 2018, 32(5): 1097-1102.

LIAO Hongwei, LI Shehong, YAN Song, et al. Investigation of the Village Ponds and Environmental Quality Assessment in Dongshan Karst Area, Mengzi, Yunnan Province [J]. Geoscience, 2018, 32(5): 1097-1102.

# 0 引言

环境问题一直是国际地学界探讨最为活跃的问题之一<sup>[1-2]</sup>。近年来,水环境污染问题已成为我国最重要的环境问题,对自然环境和人类产生了极为不利的影响<sup>[3-6]</sup>。而农村地区水环境污染更加严重,并成为危害当地居民健康的重要因素。近年来社会经济发展和人为活动越来越多地影响到自然环境。长期以来,生活垃圾和污染物排入水塘中,导致水塘内水质变差。本文对蒙自山东地区 22 个村寨中典型的水塘进行 COD<sub>Mn</sub>、TN、氨氮、TP、pH、F<sup>-</sup>、Cu、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Mn、Zn、Cd、Pb 水质指标浓度等 12 个污染物项目的取样全分析研究,对照《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)污染物项目<sup>[7]</sup>,调查分析蒙自东山地区水塘的污染现状,对其环境进行质量评价。

## 1 蒙自东山地区概况

蒙自东山地区位于云南省红河哈尼族彝族自治州开远市、蒙自市、屏边县、文山苗族壮族自治州砚山县和文山 5 个市县交汇处,处于滇中高原、滇桂中山与丘陵及滇西高山三大单元的临界地带。东山地区属亚热带季风气候,年平均气温为 19.9℃,年平均降水量 1 533.3 mm,降雨多集中在 5—9 月份,主要为大雨和暴雨<sup>[8]</sup>。研究区面积约 940 km<sup>2</sup>,其中基岩裸露的岩溶区(含碎屑岩夹碳酸盐岩)主要为泥盆系和三叠系碳酸盐岩,分布面积约 614.6 km<sup>2</sup>,占研究区的 65.22%;被松散堆积物覆盖的岩溶区,即覆盖型岩溶区,主要为三叠系碳酸盐岩,位于研究区的北东和北西两侧,分布面积约为 72.0 km<sup>2</sup>,占研究区的 7.64%;非岩溶区主要出露寒武系砂岩夹粉砂岩,位于研究区的南西侧,分布面积约 255.6 km<sup>2</sup>,占研究区的 27.14%。区内主要出露寒武系、泥盆系和三叠系碳酸盐岩,岩性古老,富水性良好,地下水也主要分布在上述地层中。但是岩溶区内碳酸盐岩层理和裂隙构造极其发育,透水性好,造成区域地表缺水严重,给当地村寨居民生活用水带来极大困难。由于蒙自东山地区交通不便,缺水区域较多,大部分村寨修筑水塘用以生活用水补给,水塘水源主要为降雨补给,通过蒸发和渗流排泄<sup>[9]</sup>。

## 2 样品采集与测试

本次选取了蒙自东山地区具有区域代表性的



图 1 研究区采样点位图<sup>[9]</sup>

Fig. 1 Sampling point map of the study area

1. 岩溶区; 2. 非岩溶区; 3. 覆盖型岩溶区; 4. 采样点编号及位置; 5. 水库; 6. 河流系统; 7. 地名及位置

22 个村寨水塘进行水质监测分析。采集过程中严格按照《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)等国家标准中规定的样品采集的标准方法采集样品,样品采集后立即保存至便携式冰箱内冷藏,24 小时内运至具有分析测试资质(CMA 计量认证证书)的国土资源部岩溶地质资源环境监督检测中心实验室冷藏保存。实验室严格按照 GB 3838—2002 等国家标准中规定的标准分析方法及其操作要求分析样品。整个样品采集和分析过程严格按照样品采集和样品分析标准方法中规定的质量保证和质量控制要求进行,以保证分析结果的可靠性与可比性。本文对 22 监测点采样,每个监测点采样 1 件,每件样品分为 3 份,每种污染物的浓度取 3 份样品分析结果的平均值。所用仪器为 IRIS Intrepid II XP 全谱直读等离子体光谱仪、861 型离子色谱仪、iCAP Q 等离子体质谱仪,共采样 22 件,具体采样位置见图 1。

表 1 水质分析检测数据( $\rho_B/(mg/L)$ )

Table 1 Water quality analysis and detection( $mg/L$ )

采样编号	采样位置	pH	氨氮	TN	TP	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	F	COD <sub>Mn</sub>	Mn	Cu	Zn	Cd	Pb
1	茅山洞村	7.12	0.09	1.20	0.03	58.40	0.17	1.10	8.25	2.003	6.608	0.054 28	1.758
2	石盆水村	7.13	8.29	9.21	1.30	3.84	0.11	6.90	1 115	2.272	1.148	0.042 61	0.426 3
3	金竹棚村	7.30	0	5.92	0.01	3.61	0.12	0.95	63.9	0.627	2.756	0.004 41	0.134 4
4	菲克村	7.73	0	7.31	0.04	7.47	0.10	1.10	13.5	0.694	3.874	0.037 25	0.231 9
5	大石板村	6.99	0.36	7.68	0.18	6.16	0.44	1.25	3 224	1.405	5.942	0.032 07	0.339 4
6	那者村	7.37	5.37	6.03	0.03	4.37	0.17	6.83	—	—	—	—	—
7	保姑村	7.24	10.94	10.94	0.01	3.83	0.28	3.08	37.4	0.295	6.179	0.027 04	0.012 8
8	小坝兴村	7.23	8.08	9	0.34	14.30	0.20	6.16	274	0.335	2.018	0.018 94	0.037 3
9	舍所坝村	7.52	0.33	1.08	0.01	5.75	0.12	0.65	22.2	0.407	7.018	0.025 2	1.475
10	架吉村	7.20	0.13	8.62	0.01	11.20	0.39	1.69	0.66	2.81	0.465	0.013	0.032
11	坝塘村	7.67	0	7.93	0.01	4.54	0.06	0.50	0.62	1.5	0.005	0.032	0.072
12	它期口村	7.55	5.88	6.47	3.05	19.60	0.29	7.63	439	10.4	2.242	0.010	0.303
13	牛北勒村	7.34	1.77	6.68	0.05	4.10	0.66	3.96	244	4.50	1.298	0.005	0.098
14	鲁土白村	7.35	10.10	11.03	0.04	13.40	0.38	3.67	5 613	6.35	2.775	0.038	1.247
15	鲁土小寨	7.77	0	8.32	0.05	13.10	0.15	0.50	56.2	2.07	0.076	0.005	0.096
16	下米者村	6.97	5.02	8.39	0.01	6.41	0.61	1.47	209	12.6	0.032	0.037	1.343
17	田冲村	8.00	0	2.92	0.01	19.30	0.13	0.73	2.94	2.92	4.307	0.007	0.044
18	邓家坎村	8.10	0	1.72	0.01	13.00	0.16	0.80	15.4	6.99	0.179	0.001	0.953
19	卡它村	7.23	16.50	17.42	0.65	2.99	0.37	6.04	2 850	7.52	16.56	0.055	0.139
20	白姑村	8.01	0	8.04	0.01	190.00	0.32	—	150	5.84	892.2	0.865	0.117
21	上沙夫者	7.96	0	1.22	0.01	6.99	0.23	0.51	1.91	5.25	0.456	—	0.193
22	下沙夫者	7.80	0	0.91	0.01	3.34	0.06	—	1.17	6.23	0.350	—	—
	最小值	6.97	0	0.91	0.01	2.99	0.06	0.5	0.62	0.29	0.005	0.001	0.032
	最大值	8.10	16.50	17.42	3.05	90.00	0.66	7.63	5 613	12.6	892.2	0.865	1.76
	平均值	7.48	3.31	6.73	0.27	16.24	0.25	2.48	651.54	3.77	43.48	0.059	0.41

注：“—”表示小于检测标准含量，未能检测出来。

根据《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)污染物项目<sup>[7]</sup>，本文对蒙自山东地区 22 个村寨中典型水塘的 COD<sub>Mn</sub>、TN、氨氮、TP、pH、F、Cu、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Mn、Zn、Cd、Pb 水质指标浓度等 12 个污染物项目进行分析研究，测试结果见表 1。

3 结果与讨论

根据《地表水环境质量标准》Ⅲ类水标准，对 22 个村寨水塘的样品进行 pH、氨氮、TN、TP、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、F、COD<sub>Mn</sub>、Mn、Cu、Zn、Cd、Pb 等 12 项的检测分析，依据地表水环境质量标准项目标准限值(表 2)<sup>[7]</sup>，进行统计分析并得出结果(表 3)。

3.1 pH

pH 既是水体的酸碱性体现，也是天然水体化学和生物系统的一个重要因素，还对氰化物等污染物的毒性有影响<sup>[10]</sup>。研究区 pH 值范围在 6.97~8.10 之间，平均值为 7.48，为中性，符合国家

表 2 地表水环境质量标准限值表( $\rho_B/(mg/L)$ )

Table 2 Standard limit values of surface water environmental quality( $mg/L$ )

序号	分类标准值		Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅴ类
	项目						
1	pH		6~9				
2	氨氮	≤	0.15	0.5	1	1.5	2
3	TN	≤	0.2	0.5	1	1.5	2
4	TP	≤	0.02	0.1	0.2	0.3	0.4
5	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	≤	0.05	0.1	0.2	0.5	1
6	F	≤	1	1	1	1.5	1.5
7	COD <sub>Mn</sub>	≤	2	4	6	10	15
8	Mn	≤	0.2	0.4	0.6	0.8	1
9	Cu	≤	0.01	1	1	1	1
10	Zn	≤	0.05	1	1	2	2
11	Cd	≤	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
12	Pb	≤	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1

表 3 水质分析检测类别表  
Table 3 Classification for water quality analysis

采样编号	位置采样	pH	氨氮	TN	TP	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	F	COD <sub>Mn</sub>	Mn	Cu	Zn	Cd	Pb	综合评定
1	茅山洞村	Ⅲ	I	Ⅳ	Ⅱ	V	I	I	V	V	V	V	V	V
2	石盆水村	Ⅲ	V	V	V	V	I	Ⅳ	V	V	Ⅳ	V	V	V
3	金竹棚村	Ⅲ	I	V	I	V	I	I	V	Ⅱ	V	Ⅳ	V	V
4	菲克村	Ⅲ	I	V	Ⅱ	V	I	I	V	Ⅱ	V	V	V	V
5	大石板村	Ⅲ	Ⅱ	V	Ⅲ	V	I	I	V	V	V	V	V	V
6	那者村	Ⅲ	V	V	Ⅱ	V	I	Ⅳ	I	I	I	I	I	V
7	倮姑村	Ⅲ	V	Ⅳ	I	V	I	Ⅱ	V	I	V	V	Ⅱ	V
8	小坝兴村	Ⅲ	V	V	Ⅳ	V	I	Ⅳ	V	Ⅱ	V	V	Ⅱ	V
9	舍所坝村	Ⅲ	Ⅱ	Ⅳ	I	V	I	I	V	Ⅱ	V	V	V	V
10	架吉村	Ⅳ	I	V	I	V	I	I	Ⅳ	V	Ⅱ	V	Ⅱ	V
11	坝塘村	Ⅳ	I	V	I	V	I	I	Ⅳ	V	I	V	V	V
12	它期口村	Ⅳ	V	V	V	V	I	Ⅳ	V	V	V	V	V	V
13	牛北勒村	Ⅳ	Ⅳ	V	Ⅱ	V	I	Ⅱ	V	V	Ⅳ	Ⅳ	V	V
14	鲁土白村	Ⅳ	V	V	Ⅱ	V	I	Ⅱ	V	V	V	V	V	V
15	鲁土小寨	Ⅳ	I	V	Ⅱ	V	I	I	V	V	Ⅱ	Ⅳ	Ⅳ	V
16	下米者村	Ⅳ	V	V	I	V	I	I	V	V	Ⅱ	V	V	V
17	田冲村	I	I	V	I	V	I	I	V	V	V	V	Ⅲ	V
18	邓家坎村	Ⅳ	I	Ⅳ	I	V	I	I	V	V	Ⅱ	I	V	V
19	卡它村	Ⅳ	V	V	V	V	I	Ⅳ	V	V	V	V	V	V
20	白姑村	Ⅳ	I	V	I	V	I	I	V	V	V	V	V	V
21	上沙夫者	I	I	Ⅳ	I	V	I	I	V	V	Ⅱ	I	V	V
22	下沙夫者	I	I	Ⅲ	I	V	I	I	V	V	Ⅱ	I	I	V

GB 3838—2002 规定的 6.0 ~ 9.0，区内中性占 54.5% (6.5 ~ 7.5)，其余 45.5% 为碱性 (7.5 ~ 8.5)，水质整体呈现出中性 - 碱性特征，水体酸碱度不影响水生生物的生存，能够满足生活饮用水和一般工业用水的要求<sup>[7]</sup>。

3.2 氨氮

氨氮既是反映水体是否受到含氮有机污染物污染和保护水生生态系统的项目，也是中国水污染物总量控制项目<sup>[10]</sup>。研究区内氨氮的浓度范围在 0 ~ 16.50 mg/L 之间，平均浓度为 3.31 mg/L。按照 GB 3838—2002 等国家标准中规定，区内 I 类和 II 类的有 13 个村寨水塘占 59.1%，这些水塘受到含氮氮有机化合物的污染不明显或者没有，能够满足生活饮用水。Ⅳ类村寨水塘 1 个，占 4.5%，V 类的有 8 个村寨水塘，占 36.4%，其中卡它村的水塘氨氮浓度达到 V 类水限值的 8.25 倍，说明水塘受到含氮氮有机化合物的污染明显，水体中氨氮的主要来源是人工活动<sup>[11]</sup>，而在Ⅳ类和 V 类的 9 个水塘周围未有发现工业废水、生活污水和畜牧业污染排放等其他人工活动，因而推测污染物来源主要是农田排水。

3.3 TN 和 TP

农村大量养殖、城乡加速发展以及氮磷化肥的大量使用产生了大量的氮、磷富营养化，已成为水污染的核心问题<sup>[12-14]</sup>。TP 是植物生长的营养元素，常常成为湖泊初级生产力的限制因子，如果水中的 TP 超过临界浓度后，就会刺激水生植物的生长，以至发生水华，造成水体富营养化。由于藻类生产量的增长主要由 TN 和 TP 来决定的，因而氮同样是衡量富营养化的一个很重要的指标<sup>[15]</sup>。

前人研究<sup>[16]</sup>指出农业源氮 (N) 对全球地表水污染的贡献范围很广；中国第一次全国污染普查结果显示，农业源污染物 TN (总氮) 排放量约占排放总量的 57.2%<sup>[17]</sup>。研究区内 TN 的浓度范围在 0.91 ~ 17.42 mg/L 之间，平均浓度为 6.73 mg/L。检测得出，TN 浓度最高者达到 V 类水限值的 8.71 倍，处于植物超富营养状态。TP 的浓度范围在 0.01 ~ 3.05 mg/L 之间，平均浓度为 0.27 mg/L，其中它期口村水塘的 TP 浓度达到 V 类水限值的 7.63 倍，处于极重富营养状态。在 22 个村寨中，TN 和 TP 浓度均超过 V 类水限值的村寨有石盆水村、它期口村和卡它村 3 个村寨，占研究区的

13.6%。其他村寨的 TN 和 TP 浓度均很低，说明研究区水塘整体受 TN 和 TP 的污染影响不严重。

3.4 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

硫酸盐对人体的危害在于大量摄入硫酸盐后出现的最主要生理反应是腹泻、脱水和胃肠道紊乱。在环境中，危害动植物健康，而且可以起到催化作用，加重硫酸雾毒性，降低土壤肥力，对输水系统造成腐蚀<sup>[18]</sup>。研究区内 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 的浓度范围介于 2.99 ~ 90 mg/L 之间，平均浓度为 16.24 mg/L，在白姑村水塘中 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 浓度为 190 mg/L，达到 V 类水限值的 190 倍，各个水塘 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 浓度均超过 V 类水限值，研究区受 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 污染严重。

3.5 氟

氟对人体的影响跟摄入量有关，当氟摄入量少时，儿童就会出现龋齿病，摄入适量的氟可对儿童、老年人都有好处；氟过量时可影响人的生理健康<sup>[19]</sup>，所以对于氟的摄入量应该是适量，这样对人体才会有益无害。研究区内氟化物的浓度范围介于 0.06 ~ 0.66 mg/L 之间，平均浓度为 0.25 mg/L。22 个村寨水塘的氟化物浓度均低于 I 类水的浓度限值，说明氟化物对水塘的影响不明显。

3.6 COD<sub>Mn</sub>

COD<sub>Mn</sub> (化学需氧量) 是以高锰酸钾作氧化剂，用化学氧化剂氧化水中有机污染物时所消耗的氧化剂量，化学需氧量越高表明水中有机污染物越多<sup>[20-21]</sup>。COD<sub>Mn</sub> 是《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002) 中反映地表水有机物污染情况的重要指标，COD<sub>Mn</sub> 最大污染源为畜禽粪便和生活污水<sup>[7]</sup>。22 个村寨的 COD<sub>Mn</sub> 的浓度范围介于 0.50 ~ 7.63 mg/L 之间，平均浓度为 2.48 mg/L。对照《地表水环境质量标准》，COD<sub>Mn</sub> 指标为 I 类、II 类的共 17 个，占研究区的 77.3%，III 类没有，的水塘 5 个，占 22.7%。IV 类和 V 类水塘，研究区有机污染物少。

3.7 重金属

水质污染方面所指的重金属主要是指生物毒性显著的汞、镉、铅、铬以及类金属砷，还包括具有毒性的重金属锌、铜、钴、镍、锡、钒等污染物<sup>[18]</sup>。它们在水体中不能被微生物降解，而只能发生各种形态相互转化和分散、富集过程(迁移)。危害人的身体健康，重金属毒物对人体的多个组织器官产生危害<sup>[22]</sup>。根据 GB 3838—2002 等国家标准中规定，对水塘水样进行 Mn、Cu、Zn、

Cd、Pb 等 5 个项目指标进行了检测分析。

Mn 的质量浓度范围在 0.62 ~ 5 613 mg/L 之间，平均质量浓度为 651.54 mg/L，其中石盆水村水塘 Mn 的质量浓度为 1 115 mg/L，卡它村水塘 Mn 的质量浓度为 2 850 mg/L，大石板村水塘 Mn 质量浓度为 3 224 mg/L，鲁土白村水塘 Mn 质量浓度为 5 613 mg/L。鲁土白村水塘 Mn 质量浓度达到 V 类水限值的 5 613 倍，研究区内 Mn 质量浓度指标为 I 类水塘 1 个，占研究区 4.5%，IV 类和 V 类水塘 21 个，占 95.5%。这些区域均为缺水较严重，Mn 污染严重。Cu 的质量浓度范围在 0.29 ~ 12.6 mg/L 之间，平均浓度为 3.77 mg/L，其中下米者村水塘 Cu 浓度达到 V 类水限值的 12.6 倍。根据《地表水环境质量标准》，研究区内 Cu 浓度指标为 I 类、II 类的 6 个水塘占 27.3%，V 类水塘 16 个占 72.7%。Zn 的浓度范围介于 0.005 ~ 892.2 mg/L 之间，平均浓度为 43.48 mg/L，在白姑村水塘中发现 Zn 浓度达到 892.2 mg/L，Zn 浓度达到 V 类水限值的 446.1 倍。适合生活用水的 Zn 重金属指标 I 类、II 类和 III 类水塘共 8 个，占研究区 36.4%，IV 类和 V 类水塘 12 个，占 63.6%。Cd 不是人体的必需元素。镉的毒性很大，可在人体内积蓄，主要积蓄在肾脏，引起泌尿系统的功能变化<sup>[23]</sup>；在水塘中 Cd 浓度范围介于 0.001 ~ 0.865 mg/L 之间，平均浓度为 0.059 mg/L，根据《地表水环境质量标准》，在白姑村水塘中 Cd 浓度达到 V 类水限值的 86.5 倍。Cd 浓度指标为 I 类和 II 类水塘共 4 个，占研究区 18.2%。IV 类和 V 类水塘 18 个，占 81.8%。Pb 会影响人体的是神经系统，儿童血铅超标会影响智力发育等<sup>[24]</sup>。在水塘中 Pb 浓度范围介于 0.032 ~ 1.76 mg/L 之间，平均浓度为 0.41 mg/L，根据《地表水环境质量标准》，在茅山洞村中的水塘中 Pb 浓度达到 V 类水限值的 17.6 倍。Pb 浓度指标为 I 类、II 类和 III 类适合生活用水的水塘 6 个，占研究区的 27.3%。IV 类和 V 类受污染严重水塘 16 个，占 72.7%。

综合上述分析数据结果得出，在 12 个污染物项目检测指标分析中，研究区内水塘受 COD<sub>Mn</sub>、F<sup>-</sup> 和 pH 三个项检测项目指标的污染不严重，其浓度均未有超过 V 类水限值，不影响生活用水，占检测项目指标项的 25%。研究区内水塘受氨氮和 TP 两个项检测项目指标的污染一般严重，超过 V 类水限值的水塘小于研究区水塘的 40%，占检

测项目指标项的 17%。研究区内水塘  $\text{TN}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Mn}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Cd}$  和  $\text{Pb}$  共 7 个项检测项目指标污染严重, 超过 V 类水限值的水塘所占研究区水塘比例的 60% 以上, 占检测项目指标项的 58%。根据《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002) III 类水标准, 在测试样的 12 项的检测分析指标中, 有一个指标达到或者超过 V 类水限值就定义该样品为 V 类水的规定, 统计表 3 中数据得出研究区 22 个村寨水塘均为 V 类水水塘。

4 结 论

(1) 蒙自东山地区村寨水塘的氨氮和 TP 平均浓度达到地表水体 V 类水标准限值的 1.66 倍和 0.68 倍, 污染程度一般;  $\text{TN}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  平均浓度达到地表水体 V 类水标准限值 3.37 倍和 16.24 倍, 研究区受  $\text{SO}_4^{2-}$  污染严重。

(2)  $\text{Mn}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Cd}$  和  $\text{Pb}$  平均浓度达到地表水体 V 类水标准限值的 651.54 倍、3.77 倍、21.74 倍、5.9 倍和 4.1 倍, 水塘受重金属污染严重, 其中在白姑村水塘  $\text{Zn}$ 、 $\text{Cd}$  浓度到达 V 类水限值的 446.1 倍、86.5 倍, 受污染程度极为严重, 应引起当地居民和政府注意。

参考文献:

[1] 陈佳. 浅议全球环境治理 [J]. 前沿, 2008(11): 159–161.  
[2] 盛益之, 王广才, 张琦伟, 等. 某污染场地周边地下水环境质量评价 [J]. 现代地质, 2012, 26(3): 601–606, 613.  
[3] HU Yuanan, CHENG Hefa. Water pollution during China's industrial transition [J]. Environmental Development, 2013, 8(10): 57–73.  
[4] 侯立柱, 周训, 许靖华, 等. 多层渗滤介质处理微污染水体的中试研究 [J]. 现代地质, 2009, 23(1): 125–129.  
[5] YONG Jiang. China's water scarcity [J]. Journal of Environmental Management, 2009, 90(11): 3185–3196.  
[6] 蒋万军, 赵丹, 王广才, 等. 新疆吐-哈盆地地下水水文地球化学特征及形成作用 [J]. 现代地质, 2016, 30(4): 825–833.  
[7] 国家环境保护总局. 地表水环境质量标准 GB 3838—2002 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 1–9.  
[8] 常琳, 王瑞雪, 马思顺. 遥感技术在云南省蒙自市地质灾害详查中的应用 [J]. 工程勘察, 2018, 46(4): 57–60.

[9] 吕玉香, 胡伟, 郭传道. 云南蒙自盆地人类活动对地下水环境的影响 [J]. 中国岩溶, 2017, 36(4): 557–562.  
[10] 夏青. 美国的水质基准与水质标准 [J]. 环境科学研究, 1987(1): 20–38.  
[11] 刘香丽. 氨氮污染对生活用水的危害与对策 [J]. 农家参谋, 2017(21): 194.  
[12] CONLEY D J, PAERL H W, HOWARTH R W, et al. Controlling eutrophication: Nitrogen and phosphorus [J]. Science, 2009, 323: 1014–1015.  
[13] WIUM-ANDERSEN T, NIELSEN A H, HVITVED-JACOBSEN T, et al. Modeling the eutrophication of two mature planted stormwater ponds for runoff control [J]. Ecological Engineering, 2013, 61: 601–613.  
[14] 张维理, 武淑霞, 冀宏杰, 等. 中国农业面源污染形势估计及控制对策 I. 21 世纪初期中国农业面源污染的形势估计 [J]. 中国农业科学, 2004, 37(7): 1008–1017.  
[15] 赵永宏, 邓祥征, 战金艳, 等. 我国湖泊富营养化防治与控制策略研究进展 [J]. 环境科学与技术, 2010, 33(3): 92–98.  
[16] MAYORGA E, SEITZINGER S P, HARRISON J A, et al. Global nutrient export from watersheds 2 (NEWS 2): Model development and implementation [J]. Environmental Modelling & Software, 2010, 25(7): 837–853.  
[17] 中华人民共和国环境保护部, 中华人民共和国国家统计局, 中华人民共和国农业部. 第一次全国污染源普查公报 [R]. 北京: 中华人民共和国国家统计局, 2010.  
[18] 夏青, 陈艳卿, 刘宪兵. 水质基准与水质标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2004: 22–78.  
[19] 刘怡, 董文娜, 李烨, 等. 地表水中全氟有机化合物污染现状及其危害研究进展 [J]. 环境工程, 2015, 33(2): 43–47.  
[20] 刘飞宾. 山地农村微污染源水预氧化技术研究 [D]. 重庆: 重庆交通大学, 2017.  
[21] 陈尚洪, 张晴雯, 陈红琳, 等. 四川丘陵农区地表水水质时空变化与污染现状评价 [J]. 农业工程学报, 2016, 32(增刊 2): 52–59.  
[22] 陈燕. “锰三角”对湖南湘西州境内西水流域锰指标污染状况调查 [J]. 资源节约与环保, 2015(10): 178–180.  
[23] 罗慧, 刘秀明, 王世杰, 等. 中国南方喀斯特集中分布区土壤 Cd 污染特征及来源 [J]. 生态学杂志, 2018, 37(5): 1538–1544.  
[24] OSKARSON A, HALLEN I P, SUNDBERG J. Exposure to toxic elements via breast milk [J]. Analyst, 1995, 120: 6803–6812.