

3 种不同类型水体中铜、锌、铁、锰含量的测定

王 雪,周良川

(伊犁水文勘测局 水环境监测分中心,新疆 伊宁市 835000)

摘要: 采用火焰原子吸收分光光度法测定了伊宁市某片区城市地下井水、景观水样和降雪雪中铜、锌、铁、锰等 4 种金属元素的含量. 研究结果表明,各水样中铜、锌、铁、锰的加标回收率均在 95%~105% 之间. 其中,井水水样中铜、锌、锰均达到 I 类标准,铁达到 II 类标准;景观用水水样中铜、锌、铁均达到 A 类标准,符合景观用水标准要求;雪水水样中铜、锌含量达到 II 类标准,铁、锰含量均超出地表水水源地标准限制. 通过对比 3 种水体样品中 4 种金属元素的含量,为伊宁市水体重金属的污染防治工作提供一定的理论基础.

关键词: 不同水体;重金属;原子吸收分光光度法

中图分类号: O657.31

文献标志码: B

文章编号: 1006-3757(2019)01-0043-05

DOI: 10.16495/j.1006-3757.2019.01.009

Determination of Copper, Zinc, Iron and Manganese in Three Different Types of Water Bodies

WANG Xue, ZHOU Liang-chuan

(*Water Environment Monitoring Center of Hydrological Survey Bureau of Yi Li, Yining 835000, Xinjiang China*)

Abstract: The contents of copper, zinc, iron and manganese in underground well water, landscape water sample, and snowfall water were determined by the flame atomic absorption spectrophotometry. The research results showed that the average recoveries of copper, zinc, iron, manganese in water samples were 95%~105%, the well water samples of copper, zinc, manganese achieved the class I standard, Fe in well water class II standard. The copper, zinc and iron in the water samples accorded with the class A standard and the requirements of landscape water standard. Copper, zinc contents in melted snow water samples accorded with class II standards, iron, manganese contents went beyond the limit of surface water standard. By comparing the contents of four metal elements in three water samples. A theoretical basis for the prevention and control of heavy metal pollution in the water of Yining city is provided.

Key words: different waterbodies; heavy metal; atomic absorption spectrophotometry

随着经济的快速发展和工业化进程不断推进,水体污染问题日益严重. 重金属可通过化石燃料燃烧、汽车尾气、烟气粉尘、扬尘、风沙途径等进入大气,吸附在气溶胶上. 进入大气中的重金属又可以通过干沉降或湿沉降的方式沉降到地面,并通过水循环进入土壤和水体中^[1]. 由于重金属离子的种类丰富且相互之间容易发生化学反应,准确检测其含量具有一定程度的难度. 水系统中的

重金属几乎无法降解,只能转移其存在位置和转变成其它物化形态^[2]. 重金属废水进入土壤,会使土壤受污染,造成重金属在农作物中积蓄,甚至会污染饮用水源. 研究表明,各国关于雪水中重金属的研究已开始受到重视,但在中国西北地区相关研究鲜有报道^[1].

本文通过分析测定伊宁市市区某地下井水、景观用水和降雪雪中铜、锌、铁、锰的含量,对比分析

伊宁市该地区各水体中铜、锌、铁、锰含量的变化,对于后期研究该地区重金属污染的防治工作具有十分重要的意义. 基于火焰原子吸收分光光度法具有操作简便、灵敏度高、重复性好、抗干扰能力强等特性^[3-5],使用该方法测定各水样中铜、锌、铁、锰的含量具有较好的应用效果.

1 试验方法

1.1 主要试剂及仪器

仪器:原子吸收分光光度计,北京普析-TAS-986;电热板,ML-3-4.

试剂:硝酸、盐酸、高氯酸,优级纯,天津市风船化学试剂科技有限公司;铜、锌、铁、锰标准溶液,质量浓度均为 500 mg/L,水利部水环境监测评价研究中心;铜、锌标准物质,编号 160846;铁、锰标准物质,编号 170645,水利部水环境监测评价研究中心.

乙炔气,纯度不低于 99.0%.

1.2 样品采集

井水水样:用水泵抽出井道中的陈旧水,先放水

数分钟,然后用聚四氟乙烯采样瓶接取水样,加入适量硝酸溶液,调节 pH 值低于 2;城市景观水样:用采样器采集瞬时水样,静止一段时间后将部分水样移入聚四氟乙烯采样瓶,加入适量硝酸溶液,调节 pH 值低于 2;雪水:采用聚乙烯采样瓶采集样品,去除表面积雪,将采集的雪样带回实验室,室温溶解后,加入适量硝酸溶液,调节 pH 值低于 2^[6].

1.3 样品预处理

取 100 mL 水样置于 200 mL 烧杯中加入 5 mL 硝酸,在电热板上加热消解,确保样品不沸腾,蒸至 10 mL 左右,加入 5 mL 硝酸和 2 mL 高氯酸,继续消解,蒸至 1 mL 左右. 如果消解不完全,再加入 5 mL 硝酸和 2 mL 高氯酸,再蒸至 1 mL 左右. 取下冷却,加水溶解残渣,通过中速滤纸滤入 100 mL 容量瓶中,用水稀释至标线^[7]. 取 1%硝酸溶液,按上述预处理步骤制作空白样品.

1.4 标准曲线

取质量浓度均为 500 mg/L 的铜、锌、铁、锰标准溶液配制标准系列,如表 1 所列.

表 1 铜、锌、铁、锰标准溶液系列
Table 1 Standard solution series of copper, zinc, iron and manganese / (mg/L)

标准溶液质量浓度						
铜	0.000	0.250	0.375	0.500	0.750	1.000
锌	0.000	0.050	0.100	0.200	0.300	0.400
铁	0.000	0.250	0.500	1.000	1.500	2.000
锰	0.000	0.125	0.250	0.500	0.750	1.000

1.5 样品测定

根据不同的元素选择波长和调节火焰,硝酸/盐酸溶液,将仪器调零. 吸入空白、工作标准溶液、样品、标准物质,记录吸光度,根据扣除空吸光度后的样品吸光度,在校准曲线上计算出样品中的金属浓度.

2 结果与讨论

2.1 校准曲线

根据 1.4 节各元素曲线系列绘制标准曲线,如图 1~4 所示. 从图中可以看出铜、锌、铁、锰各元素均具有较好的线性关系^[8],可按照试验方法利用原子吸收分光光度法(火焰法)测定、计算水样中的铜、锌、铁、锰的含量及加标回收率.

2.2 加标回收试验

铜:取 10.000 mg/L 铜标准溶液 2.500 mL,稀释至 50 mL 测定,加标量为 0.500 mg/L. 锌:取 10.00 mg/L 锌标准溶液 1.00 mL,稀释至 50 mL 测定,加标量为 0.20 mg/L. 铁:取 50.00 mg/L 铁标准溶液 1.00 mL,稀释至 50 mL 测定,加标量为 1.00 mg/L. 锰:取 25.00 mg/L 锰标准溶液 1.00 mL,稀释至 50 mL 测定,加标量为 0.50 mg/L.

通过测定同一地区井水、天然降水(雪水)以及流经该地区的景观用水中铜、锌、铁、锰的含量,比较分析不同水样中 4 种金属离子的含量,试验结果如表 2、3 所列. 通过表 2 中数据对比可知,各水样及空白水样中铜、锌、铁、锰的加标回收率均在 95%~105%之间,均在范围内^[9].

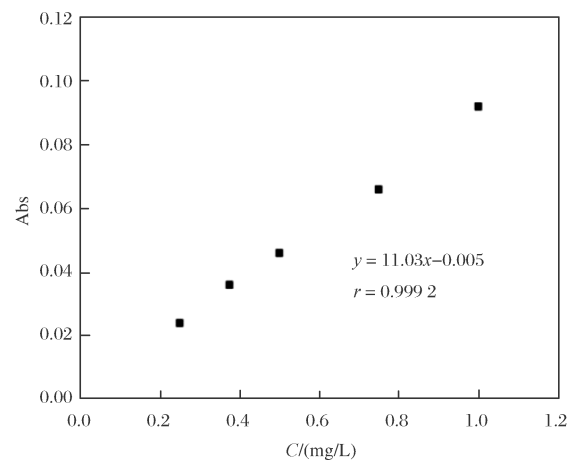


图 1 铜标准曲线
Fig. 1 Standard curve of copper

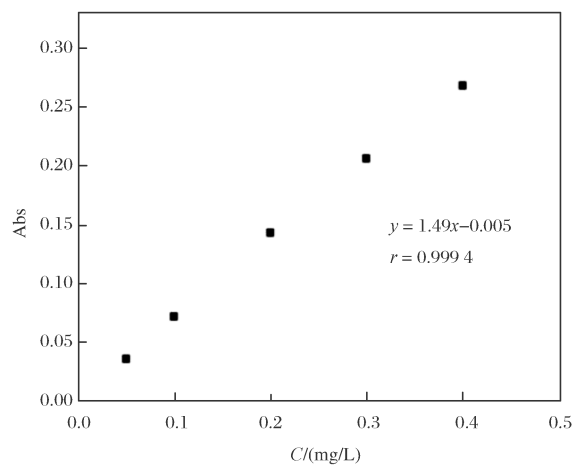


图 2 锌标准曲线
Fig. 2 Standard curve of Zinc

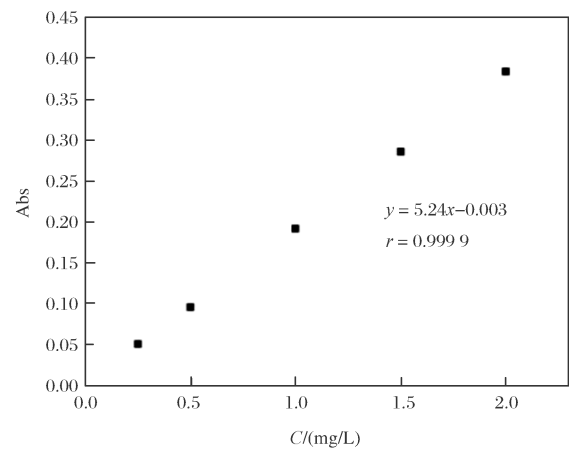


图 3 铁标准曲线
Fig. 3 Standard curve of iron

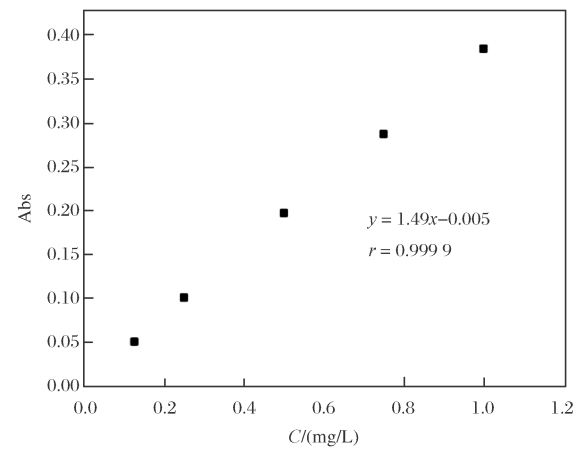


图 4 锰标准曲线
Fig. 4 Standard curve of Manganese

表 2 样品及加标回收率测定结果
Table 2 Results of sample and spiked recovery

	铜 /(mg/L)	加标回 收率/%	锌 /(mg/L)	加标回 收率/%	铁 /(mg/L)	加标回 收率/%	锰 /(mg/L)	加标回 收率/%
空白	0.000	101.2	0.000	98.5	0.000	100.3	0.000	100.4
空白+加标	0.506		0.197		1.003		0.502	
井水	0.006	100.8	0.041	99.0	0.128	101.8	0.046	100.8
井水+加标	0.510		0.239		1.146		0.550	
景观水	0.012	100.2	0.019	98.5	0.055	102.2	0.023	100.4
景观水+加标	0.513		0.216		1.077		0.525	
雪水	0.017	102.2	0.067	97.5	0.536	102.1	0.124	101.2
雪水+加标	0.528		0.262		1.557		0.630	

2.3 铜、锌、铁、锰样品测定结果评价

根据《地下水质量标准》(GB/T14848-2017),该地区井水水样中铜、锌、锰均达到Ⅰ类标准,铁达到Ⅱ类标准.采样器进口处是铁质材料,这可能是造成水样中铁含量增大的原因之一,需要后期通过对比试验加以确定.根据《景观娱乐用水水质标准》(GB 12941-91),该地区景观用水水样中铜、锌、铁均达到A类标准,符合景观用水标准要求.将雪水水样按照《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)进行分析,可知雪水水样中铜、锌含量达到Ⅱ类标准,铁、锰含量均超出地表水水源地标准限制.

通过对比井水、景观水和雪水3种水样,可知雪

水中铜、锌、铁、锰含量均高于井水和景观水水样.造成雪水中锌、铁、锰含量较高的原因很多,比如采样地点周围有马路,过往车辆排放尾气以及采样期间是冬季,而该地区采取的是燃煤锅炉取暖,都可能是造成雪水中铜、锌、铁、锰含量增高的原因,这与于瑞莲等^[10]的研究基本一致.

根据表2、3可知,铜、锌、铁、锰标准物质含量测定值精密度和准确度均在允许范围内.其中,水环境规范规定铁含量高于1.0 mg/L时,室内精密度的不应高于5%、准确度室内相对误差不应高于±5%^[11];锌含量为0.05~1.0 mg/L时,室内精密度的不应高于10%、准确度室内相对误差不应高于±5%.

表 3 标准物质准确度和精密度测量结果
Table 3 Results of accuracy and precision of reference materials

	平行 1 /(mg/L)	平行 2 /(mg/L)	平行 3 /(mg/L)	平行 4 /(mg/L)	平均值 /(mg/L)	准确度 /%	精密度 /%
铜	0.423	0.426	0.439	0.447	0.434	0.93	0.009
锌	0.440	0.446	0.465	0.448	0.450	2.2	0.008
铁	1.584	1.587	1.589	1.586	1.586	3.3	0.002
锰	0.616	0.620	0.618	0.616	0.618	0.82	0.002

3 结论

(1)通过使用火焰原子吸收分光光度法测定某地区相同范围内井水、天然降水(雪水)和景观用水中铜、锌、铁、锰的含量,各水样中铜、锌、铁、锰的加标回收率均在95%~105%之间.

(2)该地区井水水样中铜、锌、锰均达到Ⅰ类标准,铁达到Ⅱ类标准;该地区景观用水水样中铜、锌、铁均达到A类标准,符合景观用水标准要求;雪水水样中铜、锌含量达到Ⅱ类标准,铁、锰含量均超出地表水水源地标准限制.

(3)该地区降雪水中铜、锌、铁、锰的含量均高于该地区井水和景观用水,主要原因为样品采集地为寒冷冬季,主要靠燃煤取暖以及采集样品地点靠近马路,因此造成雪水中铜、锌、铁、锰含量高于其余水样.

参考文献:

[1] 逯娟.兰州市大气降雪中重金属污染的研究及来源分析[J].湖北农业科学,2017,56(4),650-653.[LU

Juan. Research and source analysis of heavy metal elements pollution with atmospheric snowfall in Lanzhou city[J].Hubei Agricultural Sciences, 2017, 56(4), 650-653.]

[2] 张杨.原子吸收分光光度法测定水中重金属含量的应用[J].实验研究,2018,17: 58. [ZHANG Yang. Determination of heavy metals in water by atomic absorption spectrometry [J]. Experimental on study , 2018,17:58.]

[3] 华娟霞.原子吸收分光光度法测定水中的重金属铅和镉[J].商品与质量,2016(29):1188-1190.[HUA Juan-xia. Determination of heavy metals lead and cadmium in water by atomic absorption spectrometry [J]. Commodities and quality, 2016 (29): 1188 - 1190.]

[4] 唐姣荣.原子吸收光谱法在测定水中重金属的应用探究[J].环境与发展,2018,1: 112-113. [TANG Jiao-rong. Application of atomic absorption spectrometry in the determination of heavy metals in water[J]. Environment and Development, 2018, 1: 112-113.]

[5] 刘君,虞见伟.原子吸收分光光度法测定水中的重金

- 属铅和镉[J]. 分析及检测, 2018, 6: 75. [LIU Jun, TUO Jian-wei. Determination of heavy metals lead and cadmium in water by atomic absorption spectrometry [J]. Analysis and Detection, 2018, 6: 75.]
- [6] 贾学秀,涂明,王鹏,等.北京部分地区降雪重金属污染现状分析[J].环境科学与技术, 2013, 36(4):92-96.[JIA Xue-xiu, TU Ming, WANG Peng, et al. Analysis and study on heavy metal pollution in snow samples from some areas of Beijing[J].Environmental Science & Technology, 2013, 36(4):92-96.]
- [7] 胡耀星.火焰原子吸收分光光度法测定水样中的镉、铅、铜[J].国外医学:卫生学分册,2012(3):64-65. [HU Yao-xing. Determination of cadmium, lead and copper in water samples by flame atomic absorption spectrometry[J]. Foreign Medical Science: hygiene, 2012(3):64-65.]
- [8] 郭英.火焰原子吸收分光光度法测定地表水中的铜、锌、铅、镉[J]. 环境科学导报,2017,36(3):106-108. [GUO Ying. Determination of copper and zinc and lead and cadmium in surface water using flame atomic absorption spectrometry [J]. Journal of Environmental Science, 2017, 36(3):106-108.]
- [9] 张宝琪,王月华.原子吸收光谱法测定工业污水中的重金属杂质[J].辽宁化工,1984,4:51-55.[ZHANG Bao-qi, WANG Yue-hua. Determination of heavy metal impurities in industrial wastewater by atomic absorption spectrometry [J]. Liaoning chemical industry, 1984, 4: 51-55.]
- [10] 于瑞莲,胡恭任,袁星,等.大气降尘中重金属污染源解析研究进展[J].地球与环境, 2009, 37(1):73-79.[YU Rui-lian, HU Gong-ren, YUAN Xing, et al. Development in research on pollution source of heavy metals from atmospheric dust - recognition and analysis[J].Earth and Environment, 2009, 37(1):73-79.(in Chinese)]
- [11] 李显芳,印成,张继蓉.微波消解原子吸收法测定城市污水中 7 种重金属[J].给水排水,2016,42:73-74.[LI Xian-fang, YIN Chen, ZHANG Ji-rong. Determination of 7 heavy metals in municipal wastewater by microwave digestion atomic absorption spectrometry[J]. Water Supply and Drainage, 2016, 42:73-74.]