

火焰原子吸收光谱法测定温泉水中 金属元素的含量^①

尹爱萍^② 李笑峰 赵二劳 王双龙

(忻州师范学院化学系 山西省忻州市和平西路 10 号 034000)

摘要 采用火焰原子吸收光谱法测定了奇村、顿村温泉水中 9 种金属元素 Ca、Mg、Fe、Cu、Zn、Pb、Mn、Cr、Cd 的含量,研究了测定不同元素的仪器最佳工作条件、方法的准确性和精密性。结果表明,该方法的加标回收率为 98.10%—104.29%,相对标准偏差 ($n=9$) 为 0.056%—3.32%,检出限为 0.0015—0.1571 mg/L。测定方法简单易行,方便准确。

关键词 火焰原子吸收光谱法; 温泉水; 金属元素

中图分类号: O657.31

文献标识码: B

文章编号: 1004-8138(2011)01-0292-03

1 引言

温泉水由于处于地壳深处受地热作用而形成,因此富含偏酸和溴、铜、锶、硒等有益于人体健康的矿质元素,具有一定的矿化度^[1]。对人的骨关节、皮肤、神经、心血管、消化系统、呼吸系统疾病以及代谢疾病等具有奇异的医疗和保健作用。随着生活水平的提高,温泉理疗已经成为一种时尚。忻州市著名的奇村温泉和顿村温泉以其特殊的理疗和保健作用享誉三晋。而温泉水中金属元素的含量直接影响水的保健效果,有关温泉水中金属元素的含量测定少见报道。本文用火焰原子吸收光谱法测定了奇村、顿村温泉水中 9 种金属元素 Ca、Mg、Fe、Cu、Zn、Pb、Mn、Cr、Cd 的含量,并对仪器工作条件进行了研究。

2 实验部分

2.1 仪器与试剂

AA-6300F 原子吸收光谱仪(日本岛津公司);金属盐试剂均为光谱纯。实验用水为石英亚沸二次蒸馏水。

2.2 标准溶液的配制

所有标准溶液均由对应的金属盐基准试剂配制。

2.3 水样的采集及处理

水样采自忻州市奇村、顿村。取水样的方法见文献[2],准确吸取水样 10 mL 于 25 mL 的比色管中,加入 4.25% 的硝酸 1.25 mL,用二次蒸馏水定容至 25 mL,调节 pH 到 2 与标准溶液的酸度相同,摇匀后待测。

① 忻州师范学院科研基金资助(200809)

② 联系人,手机:(0)13191105817; E-mail: aipingyin1964@163.com

作者简介:尹爱萍(1964—),女,山西省忻州市人,副教授,硕士,主要从事分析化学研究工作。

收稿日期:2010-06-02;接受日期:2010-07-16

2.4 测定

2.4.1 仪器工作条件的优化

选定 Cu、Ca、Mg、Zn、Cr、Pb、Mn、Fe、Cd 的标准系列, 对应于每种元素的浓度测量范围和灵敏度要求, 改变燃烧器高度、灯电流强度、光谱通带、燃助比, 获得各元素测定的最佳仪器条件见表 1。

表 1 原子吸收光谱仪最佳工作条件

元素	波长 (nm)	灯电流 (mA)	燃烧器高度 (mm)	光谱通带 (nm)	乙炔流量 (L/min)	空气流量 (L/min)
Ca	422.7	10	7.0	0.7	2.0	15
Mg	285.2	8	7.0	0.7	1.8	15
Fe	248.3	12	9.0	0.2	2.2	15
Zn	213.9	8	7.0	0.7	2.0	15
Cu	324.7	10	7.0	0.7	1.8	15
Mn	279.5	10	7.0	0.2	2.0	15
Cr	357.9	10	9.0	0.7	2.8	15
Pb	283.3	8	7.0	0.7	2.0	15
Cd	228.8	8	7.0	0.7	1.8	15

2.4.2 校准曲线^[3]

分别移取不同量的金属离子标准溶液按实验方法进行测定, 线性回归方程见表 2。在确定的浓度范围内, 各元素浓度与吸光度呈良好的线性关系。

表 2 标准溶液线性回归方程及相关系数

元素	标准溶液(mg/L)					线性回归方程	相关系数
Ca	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	$A = 0.0183C - 0.019$	0.9988
Mg	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	$A = 0.808C + 0.1429$	0.9998
Fe	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00	$A = 0.0778C + 0.1861$	0.9990
Zn	0.10	0.20	0.40	0.60	0.80	$A = 0.3243C - 0.0168$	0.9998
Cu	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00	$A = 0.0956C - 0.004$	0.9997
Mn	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00	$A = 0.0366C + 0.0065$	0.9997
Cr	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	$A = 0.2846C + 0.1475$	0.9993
Pb	0.80	1.60	3.20	4.80	6.40	$A = 0.1363C + 0.0885$	0.9984
Cd	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	$A = 0.3773C - 0.0887$	0.9987

2.4.3 样品测定

采用仪器最佳工作条件, 测定待测水样中 Mg、Fe、Zn、Ca、Pb、Cu、Mn、Cr、Cd 9 种元素的含量, 在测定 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 时加入 5g/L 的 SrCl₂ 作为离子释放剂消除干扰, Fe、Cd、Mn、Cr、Pb 没有干扰直接测定。实验结果见表 3。

表 3 不同样品分析结果比较

元素	奇村水含量(mg/L)	顿村水含量(mg/L)	自来水含量(mg/L)
Ca	66.301	56.280	22.550
Mg	1.870	1.510	0.157
Fe	0.402	0.350	0.093
Zn	0.170	0.151	0.065
Cu	0.213	0.180	0.081
Mn	0.194	0.260	0.054
Cr	0.051	0.070	0.009
Cd	—	—	—
Pb	—	—	—

注: “—”为未检出。

从表 3 中可以看出两地的温泉水中对人体有益的金属元素 Ca、Mg、Fe、Zn、Cu、Mn、Cr 含量都远远高于自来水, 有害元素 Pb、Cd 均未检测到, 而且奇村温泉中 Ca、Mg、Fe、Zn、Cu 也都高于顿村温泉水, 这与人们的实际体验也是一致的。从硬度方面讲, 所测温泉水属硬水, 而且硬度测定值符合

国家标准限度^[4]。

3 结果与讨论

3.1 方法的准确度和精密度

为了考查方法的可靠性,进行加标回收实验,结果见表 4。

表 4 精密度和回收率

($n=9$)

元素	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	Cr
样品中含量(mg/L)	5.628	1.510	0.350	0.151	0.180	0.260	0.070
加入标准量(mg/L)	5.630	1.500	0.300	0.140	0.140	0.300	0.070
测得总量(mg/L)	11.151	3.018	0.653	0.289	0.326	0.559	0.141
回收率(%)	98.10	100.53	101.00	98.57	104.29	99.67	101.43
RSD(%)	0.056	0.51	1.34	3.08	3.03	1.26	3.32

注: Ca 样品溶液稀释 10 倍测定结果。

由表 4 可知 Ca、Mg、Fe、Cu、Mn、Cr 6 种元素的回收率在 98.10%—101.43% 之间, Zn 元素的回收率 104.29%。相对标准偏差(RSD)值小于 3.50%, 表明该方法具有良好的准确度和精密度。

3.2 检出限

连续测量试剂空白溶液 11 次,按 3 倍标准偏差计算检出限,结果见表 5。

表 5 元素的检出限

($n=11$)

元素	Ca	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn	Cr
检出限(mg/L)	0.1571	0.0043	0.0015	0.0074	0.0033	0.0030	0.0281

4 结论

用硝酸酸化温泉水样品,以适当方法消除干扰,火焰原子吸收光谱法测定其金属元素含量的方法具有准确度高,仪器设备简单,操作步骤简便。方法加标回收率在 98.10%—104.29% 之间, RSD 在 0.056%—3.32% 之间,方法简便可行。

参考文献

- [1] 罗文辉,李文辉,蔡坤联等. 火焰原子吸收光谱法测定粤东第一温泉中钾、钠、钙、锰和锌[J]. 光谱实验室, 2005, 22(2): 344—346.
- [2] 中华人民共和国卫生部文件. 生活饮用水卫生规范[M]. 北京: 中华人民共和国卫生部, 2006. 6—10.
- [3] 杜明辉,刁建志,彭政等. 原子吸收光谱法测定粉煤灰中氧化钾、氧化钠[J]. 光谱实验室, 2010, 27(2): 774—776.
- [4] 彭湘君,李银保,刘霞. 火焰原子吸收光谱法对水中钙镁元素含量的测定[J]. 赣南医学院学报, 2007, 27(4): 502—503.

Determination of Metal Elements in Hot Spring by Flame Atomic Absorption Spectrometry

YIN Ai-Ping LI Xiao-Feng ZHAO Er-Lao WANG Shuang-Long
(Department of Chemistry, Xinzhou Teacher University, Xinzhou, Shanxi 034000, P. R. China)

Abstract The contents of metal elements such as Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Pb, Mn, Cr and Cd in the hot spring of Qicun and Duncun were determined by FAAS, accuracy and precision of method. The optimal conditions of FAAS for different element were also studied. The recovery of standard addition was 98.10%—104.29%, and the relative standard deviation($n=9$) was 0.056%—3.32% and the detection limits was 0.0015—0.1571mg/L. The method is efficient, simple and the result is satisfactory.

Key words FAAS; Hot Spring; Metal Element