

# 岷江成都段底泥中重金属的原子吸收多元素同时测定及趋势分析

蒋雅莉<sup>1</sup>,程光磊<sup>2</sup>,杨菊<sup>3</sup>,程温莹<sup>3</sup>,罗丽<sup>3</sup>,万新南<sup>3</sup>

(1.成都市环境监测中心站;2.四川大学测试中心;3.成都理工大学,成都 610059)

**摘要:**在单元素原子吸收法的基础上,使用瓦里安 SpectrAA220FS 原子吸收光谱仪,建立了底泥中部分金属元素的原子吸收多元素同时测定方法。应用本法测定了岷江成都段底泥中的部分金属元素铜、镍、锌、铅、镉的含量,分析了污染物质的分布规律与变化趋势,为水环境研究、保护和管理提供更快更方便的测试方法。

**关键词:**原子吸收;底泥;多元素同时测定

**中图分类号:**X53

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2007)01-0236-03

## A Simultaneous Determination Method Using Atomic Absorption for Heavy Metals in Substrate Sludge and Their Tendency Analyse at Minjiang Segment, Chengdu

JIANG Ya-li<sup>1</sup>, Cheng Guang-lei<sup>2</sup>, Yang Ju<sup>3</sup>, Cheng Wen-ying<sup>3</sup>, Luo Li<sup>3</sup>, Wan Xin-nan<sup>3</sup>

(1. Chengdu Environmental Monitoring Center Station; 2. Sichuan University Test Center;

3. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

**Abstract:** Based on the single element atomic absorption method, a simultaneous determination method for heavy metals was built using atomic absorption spectrum apparatus with Type - VARIAN SpectrAA220FS. The part of heavy metal content, for example, nickel, zinc, lead and cadmium in substrate sludge at Chengdu Minjiang segment, was determined. As a result, the distribution regularity and change tendency in substrate sludge can be got. The method is a very useful, a quick and convenient one for hydro-environmental protection and management.

**Key words:** atomic absorption; substrate sludge; simultaneous determination of several elements

### 1 引言

底泥指水体底部的表层沉积物质。由腐殖质、微生物、泥沙及土壤等组成。它与水和水生生物被列为水环境三要素。底泥监测作为水质监测的补充,可检测出因浓度过低而在水中不易被检测出的污染物质,可以了解水体污染现状,还可追溯水体的污染历史,研究污染的沉积规律,污染物质随时间的变化趋势与在空间上的变化规律。

岷江水系作为流经成都地区主要水系之一(流域面积约占全市总面积 86.2%),对其底泥的监测分析对了解成都地区水源中金属污染物含量水平的空间分布及随时间的变化,具有重要意义。

底泥中金属元素的测定大多采用原子发射光谱法<sup>[1,2,4]</sup>或单元素原子吸收法<sup>[3]</sup>。而多元素同时测定将多种元素置于同一容量瓶中定容稀释至所需浓度共用同一个标准系列。通过一次使用多元素同时测定检测器,一次进样可以同时测定出多个元素的含量,这种测定方法叫作快速多元素同时测定。该方法省时省力,工作效率高,准确度和精密度良好。

本文在单元素原子吸收法的基础上,使用瓦里安 SpectrAA220FS 原子吸收光谱仪,对岷江流域成都段底泥中的部分金属元素实现了多元素同时测定<sup>[5]</sup>,并对近 7 年来的分析数据进行了系统处理、分析,确定了污染元素的空间分布与

变化趋势。

### 2 实验与数据采集

#### 2.1 仪器与试剂

仪器:VARIAN SpectrAA220FS 原子吸收光谱仪。铜、镍、锌、铅、镉空心阴极灯。SIPS-10 再现稀释进样系统。

仪器工作条件:以铜标液为基准,调节燃烧头、吸喷量及撞击球位置至最佳状态。采用了以下工作参数:

Zn 灯电流 2.0 mA、波长 213.9 nm、狭缝 1.0 nm、乙炔 2.0、空气 13.5,

Ni 灯电流 4.0 mA、波长 232.0 nm、狭缝 0.2 nm、乙炔 2.0、空气 13.5,

Cu 灯电流 4.0 mA、波长 324.8 nm、狭缝 0.5 nm、乙炔 2.0、空气 13.5,

Cd 灯电流 4.0 mA、波长 228.8 nm、狭缝 0.5 nm、乙炔 2.0、空气 13.5,

Pb 灯电流 10.0 mA、波长 283.3 nm、狭缝 0.5 nm、乙炔 2.0、空气 13.5。

试剂有:(1)硝酸(优级纯)。(2)硝酸 1% (v/v)。(3)氢氟酸(优级纯)。(4)高氯酸(优级纯)。(5)盐酸(优级纯)。(6)王水:硝酸(优级纯)+盐酸(优级纯)(1+3)。(7)铜标准溶液 1 000 mg/L(国家标准物质研究中心)。(8)铅标准溶

\* 收稿日期:2006-02-29

基金项目:国家重点基础研究发展重点计划项目(1212010511202)

作者简介:蒋雅莉(1964-),女,高级工程师,研究方向:环境监测;杨菊(1979-),女,硕士研究生,研究方向:环境工程。

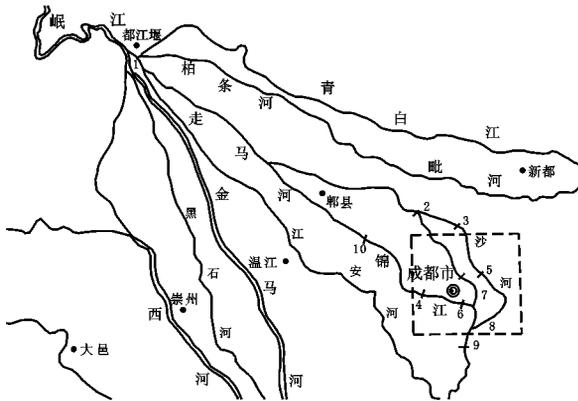
液 1 000 mg/L (国家标准物质研究中心)。(9) 锌标准溶液 1 000 mg/L (国家标准物质研究中心)。(10) 镉标准溶液 1 000 mg/L (国家标准物质研究中心)。(11) 镍标准溶液 1 000 mg/L (国家标准物质研究中心)。(12) 混和标准溶液: 分别移取铜标准溶液 10.00 ml、铅标准溶液 5.00 ml、锌标准溶液 1.00 ml、镉标准溶液 0.20 ml、镍标准溶液 2.00 ml 于 100 ml 容量瓶中,用 1%硝酸定容。此液含铜 100 mg/L;铅 50 mg/L;锌 10 mg/L;镉 2 mg/L;镍 20 mg/L。

2.2 样品的采集、处理

在岷江流域成都段选取 10 个采样点,在采取底质样的同时,对相应位置的水体采取水质样,(通常底质采样点在水质采样点位的正下方)。各采样点见图 1。

由于土壤本身在空间分布上具有一定的不均一性,故采取多点采样,然后剔除杂物,均匀混合,使样品有充分的代表性。采样深度在底泥层下 15~30 cm,用掘式采泥器采样,采样量 1~2 kg,采集的样品反复按四分法弃取,最后留下所需的底泥样品量。

采回的样品自然风干后,经磨碎,过筛,充分混匀,装瓶备用。



1 - 都江堰;2 - 水五厂;3 - 高桥;4 - 百花潭;5 - 杆塔厂;6 - 安顺桥;7 - 大安街;8 - 成人桥;9 - 永安大桥;10 - 黄龙溪(以下各曲线图中横座标 - “点位编号”的数字意义与本图数字意义相同)

图 1 岷江流域成都段底泥取样分布图

2.3 标准曲线绘制

移取混和标准溶液 0.00,1.00,2.00,3.00,4.00,5.00 ml 于一系列 50 ml 容量瓶中,用 1%硝酸定容。按快速模式测定方法调整仪器参数,在最佳工作状态下测定标准系列的吸光度(锌单独测定),绘制出(A - C)标准曲线。

2.4 测定方法

称取样品 2.000 0 g,于聚四氟乙烯坩锅中,加少许纯水润湿,加 10 ml 王水于电热板上低温加热至液面平稳,加 5.0 ml 高氯酸加热至冒浓厚白烟,待样品呈灰白色,取下冷却。再加高氯酸 5 ml 加热蒸至近干,冷却,加高氯酸 1 ml,再加加热至近干。加 1%硝酸少许温热溶解盐类,冷却后用蒸馏水冲洗坩锅壁将其移入 25.0 ml 容器中,最后用 1%硝酸定容于 25.0 ml。

按仪器工作条件,采用快速模式同时测定铜、镍、铅、镉。分取适量试液于 25 mL 容量瓶中定容,测定锌。

3 结果与讨论

3.1 方法的准确度和精密度

3.1.1 标准样品验证

用本法测定土壤标准样品中铜、镍、锌、铅、镉含量与标准值对照如表 1。

表 1 标样分析结果对照

元素标样	Cd		Zn		Pb	
	标准值	测定值	标准值	测定值	标准值	测定值
土壤 GBW07402(GSS-2)	0.071 ±0.022	0.076	42 ±5	40	20 ±4	23
土壤 GBW07404(GSS-4)	0.35 ±0.08	0.41	210 ±19	202	58 ±7	55

3.1.2 回收试验

称取 2000 年 2# 样品 2.000 g 于聚四氟乙烯坩锅中,分别加入一定量的铜、镍、锌、铅、镉标准溶液与样品同时处理,并测定其含量,计算回收率。结果见表 2。

表 2 回收率试验

样品	元素	测得值/ ( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ )	加入量/ ( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ )	总量/ ( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ )	回收率/ %
2000 年 2#	Cu	24.9	5.0	30.2	106
2000 年 2#	Pb	33.7	15.0	48.2	97
2000 年 2#	Zn	114	65.0	178.3	99
2000 年 2#	Cd	0.239	0.2	0.45	106
2000 年 2#	Ni	25.9	5.0	30.6	94

通过标准样品测定结果对照及回收率试验表明,原子吸收多元素同时测定方法适用于底泥样品中铜、镍、锌、铅、镉等重金属的同时测定。它能减少多次测定的人为误差,达到很高的精度,方便、省时、省力与高效。

3.2 岷江成都段底泥 1997~2003 年金属元素含量水平及分布情况

岷江成都段底泥重金属元素研究始于 1997 年,1997~1999 年均以单元素测定法分别测定,(用日立 180 - 60 原子吸收分光光度计)。2000 年开始改为多元素同时测定法,其测定结果综合于以下图表中:

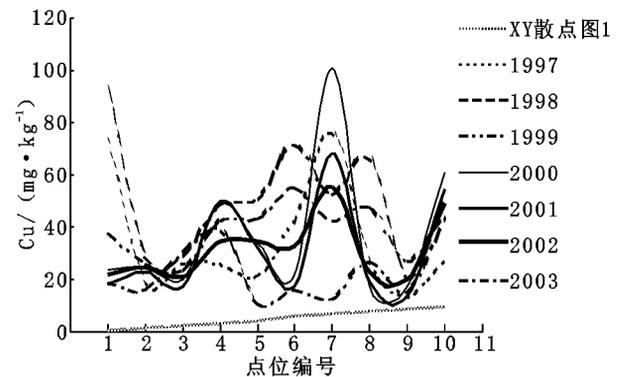


图 2 岷江成都段底泥中 Cu 含量时空变化曲线

从以上数据可以看出岷江成都段底泥中铜离子含量范围为 12~101 mg/kg,最大值出现在大安街(2000 年),1997~1999 年呈逐年降低趋势,2000 年再次升至最高,以后又逐年降低。铅离子含量范围为 6.0~66.5 mg/kg,最大值出现在都江堰(2000 年),呈逐年降低趋势,市区内安顺桥,大安街较高。锌离子含量范围为 30.0~523.0 mg/kg,最大值出现在都江堰(1998 年),市区内 1998,1999 年较高,以后呈逐年降低趋势。镉离子含量范围为 0.02~1.49 mg/kg,最大值出现在都江堰 1998 年,2001 年杆塔厂镉离子较高。镍离子含量范围为 16.4~59.6 mg/kg,最大值出现在黄龙溪(1999 年),市区内安顺桥较高(1998,1999 年)。2003 年水五厂,高桥,成仁桥,永安大桥,黄龙溪的铅,锌,镉含量略有

升高。

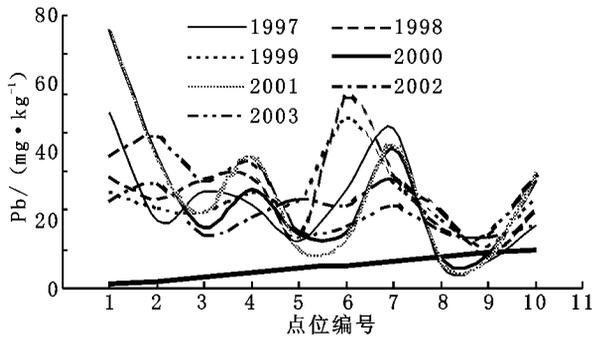


图 3 岷江成都段底泥中 Pb 含量时空变化曲线

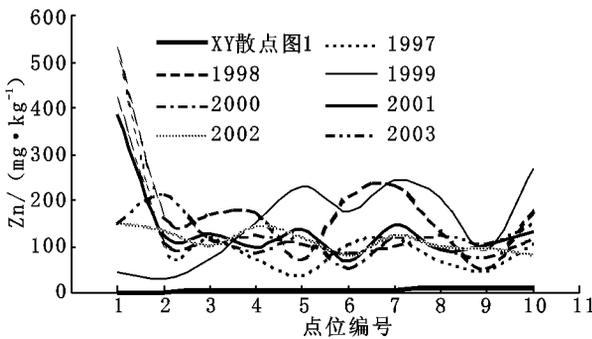


图 4 岷江成都段底泥中 Zn 含量时空变化曲线

综上所述,岷江成都段底泥金属离子含量具有以下特征:

- (1) 铅、锌、镉含量最大值都出现在都江堰,与岷江上游岩石结构和丰富的矿产资源有关。
- (2) 由于都江堰水利工程的作用,由岷江进入成都的金属离子污染较小。
- (3) 河流段所处位置不同,底泥中的重金属含量不同,一般在弯道河岸附近以及主要支流口附近的沉积物中重金属含量较高(如两江汇合处的安顺桥),直道相对较低。
- (4) 河流附近的工业废水和生活废水排入也影响底泥中的重金属含量与分布特征,市区内底泥污染主要为铜、铅和

参考文献:

[1] 顾永祚,陈敦和.发射光谱法测定成都南河底泥中铍、铅、铬、镍、锡、钒、铜、银和锌[J].四川大学学报(自然科学版),1987,24(3):209-216.

[2] 王水锋,等.高频电感耦合等离子体发射光谱法测定官厅水库底泥中的多种元素[J].北京师范大学学报(自然科学版),2003,6(2):365-370.

[3] 国家环保局.水和废水监测分析方法[M].北京:中国科学出版社,1989.

[4] 赵健,等.苏州河市郊段底泥重金属污染特征及对河道疏浚的影响[J].农业环境保护,2001,20(1):27-30.

(上接第 235 页)

参考文献:

[1] 高素玲,王文贤,姜麦兰,等.灰色关联度分析法应用于玉米杂交种综合评判的初探[J].玉米科学,1995,3(2):21-24.

[2] 李鲁华,陈树宾.应用灰色系统评价新疆玉米品种[J].玉米科学,2001,9(4):21-22.

[3] 袁嘉祖.灰色系统理论及其应用[M].北京:科学出版社,1991.

[4] 张延欣,吴涛.系统工程学[M].北京:气象出版社,1996.

[5] 郭亚军.多属性综合评价[M].沈阳:东北大学出版社,1996.

[6] 吴学忠,阮培均,潘国元,等.灰色局势决策在玉米品种综合评价中的应用[J].山地农业生物学报,2001,20(6):407-411.

[7] 张薇,曹连甫,吕新,等.用灰色关联度分析评价大麦区试品种[J].种子,2000,107(1):21-25.

[8] 卓德众.灰色关联度分析法在玉米育种中的应用[J].玉米科学,1996,4(3):31-34.

[9] 郭瑞林.作物灰色育种学[M].北京:中国农业科技出版社,1995.

[10] 吴效生,戴景瑞.灰色系统理论在玉米育种中的综合应用[J].华北农学报,1999,14:30-35.

[11] 慕平,魏臻武,李发弟.用灰色关联系数法对苜蓿品种生产性能综合评价[J].草业科学,2004,21(3):26-29.

镍(1998~2000年较高)随着府南河治理工程和城市改造的深入,大量工厂迁出市区,市区内金属离子污染呈下降趋势。

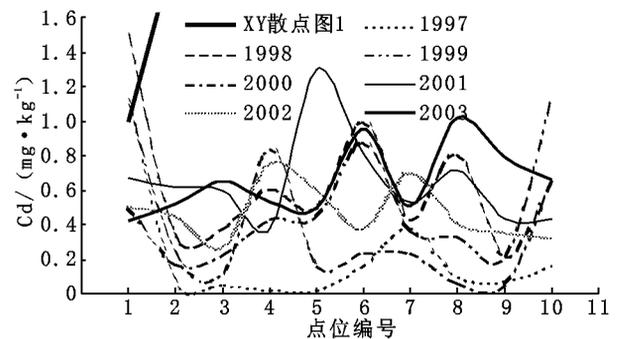


图 5 岷江成都段底泥中 Cd 含量时空变化曲线

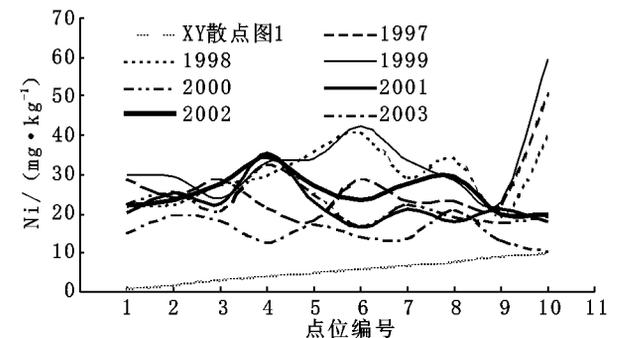


图 6 岷江成都段底泥中 Ni 含量时空变化曲线

(5) 2003 年由于沙河整治工程,水量减小,造成沙河流域及下游的铅、锌、镉含量有所升高。

3.3 结论

- (1) 本文实现了底泥的原子吸收多元素同时测定,结果较准确可靠,能满足环境质量评价的要求。
- (2) 弄清了成都地区水源中金属污染物含量水平及随时间的变化和空间的分布,为水环境保护的科研管理工作提供了基础资料。
- (3) 随着污染源的迁离,污染的治理,通过紫坪铺水库的调节,增大径流,对岷江成都段水质将能起到很好的改善作用。