

水体中重金属污染快速检测技术研究

左惠玲

河南省平顶山水文水资源勘测局 河南平顶山 467000

摘要: 水体中的重金属污染属于危害较大的污染源,大量重金属进入水体环境将会导致等水体、土壤以及沉积物等环境生态源的较大损害,为了提高水体重金属污染的检测能力,结合数据分析方法,构建水体中重金属污染快速检测模型,以重金属污染易富集区域的重金属成分含量为特征模型,选用综合水质标识指数建立水体中重金属污染快速检测的评价质量体系,通过评价区域水体中的重金属污染特征量,对水体中重金属污染源及水质进行综合评价,实现对水体中重金属污染快速检测。实证表明,该方法进行水体中重金属污染检测的准确性较高,精度较好。

关键词: 水体; 重金属; 污染; 快速检测

Study on rapid detection technology of heavy metal pollution in water

Huiling Zuo

Henan Pingdingshan Hydrology and Water Resources Survey Bureau Pingdingshan Henan 467000

Abstract: Heavy metal pollution in water is a source of great harm, a large number of heavy metals into the water environment will lead to such water Soil and sediment source of ecological environment of the larger damage, in order to improve the detection capability of water heavy metal pollution, using the method of data analysis, build a model for rapid detection of heavy metal pollution in water body, easy to enrichment area of the heavy metal content in heavy metal pollution for feature model, selects the comprehensive water quality identification index to establish the evaluation of the quality system of rapid detection of heavy metal pollution in water, pass The characteristics of heavy metal pollution in regional water bodies were evaluated, and the heavy metal pollution sources and water quality were comprehensively evaluated to realize the rapid detection of heavy metal pollution in water bodies. The empirical results show that this method has high accuracy and good precision in the detection of heavy metal pollution in water bodies

Keywords: Water body; Heavy metals; Pollution; Rapid detection

引言:

当前,随着水体环境治理水平的不断提升,对水体中重金属污染快速检测受到人们的极大关注。结合水体沉积物分析方法,构建重金属的迁移特性和分析模型,通过分析水体中沉积物中重金属的生物特性,通过有机酸检测和毒性特征分析的方法,进行沉积物中的重金属赋存形态特征分析,建立 Hg^{2+} 、MeHg等重金属元素

的沉积物重金属的形态学参数分析模型,结合酸可溶态(CH_3COOH)、可氧化态($H_2O_2-CH_3COONH_4$)的形态参数分析,提取重金属中的提取颗粒态样品分布特性,结合数据分析方法,构建水体中重金属污染快速检测模型,以重金属污染易富集区域的重金属成分含量为特征模型,结合重金属的酸溶解态($Hg-h$)分析,采用表层沉积物中重金属污染源特征分析方法,实现对水体中重金属污染快速检测。最后进行实证分析,展示了本文方法在提高水体中重金属污染快速检测能力方面的优越性能。

一、水体中重金属的污染评价体系

为了实现水体中重金属污染快速检测,将水质分为I、II、III三类体系,对劣V类的水质采用综合水质标识

作者简介: 左惠玲(1975年12月),女,汉族,河南鄢陵人,高级工程师,大学本科,主要从事水文水资源与水环境研究工作,工作单位:河南省平顶山水文水资源勘测局。

指数分析方法, 建立评价区域水体水质分析模型, 结合水系水体黑臭综合评价参数分析, 构建单因子水质标识指数分析模型, 得到水体中重金属的污染评价的监测数据不同污染等级下的特征分布见表1。

表1 重金属的污染评价的监测数据不同污染等级下的含量分布 (单位: mol/L)

污染源	I类污染等级	二类污染等级	三类污染等级
DO	50.0353	64.7576	466.5851
BOD5	45.6613	63.0606	454.3713
COD	46.2080	62.2727	448.7007
氨氮	47.1922	63.5758	458.0791
硝酸盐氮	47.8483	66.0000	475.5273
有机污染物	45.3332	65.3636	470.9471
CHO	49.0511	66.3333	477.9264
PRT	47.7389	63.9394	460.6963
LIP	42.5995	64.6364	465.7126
Ba降解有机质	46.2080	64.0000	461.1325
氨氮	47.4109	65.0606	468.7661
总磷	46.2080	66.5455	479.4531
CODCr	41.6154	63.2121	455.4618

由表1可知, 不同污染源可以根据不同的污染等级进行评价, 一类污染等级的含量分布值在45.0000 mol/L左右, 二类污染源的污染等级约在65.0000mol/L左右, 三级污染物的污染等级约在466.0000mol/L左右。其中DO污染源的I类污染等级含量分布较高, 为50.0353mol/L, 总磷污染源的II类污染等级含量分布最高, 为66.5455mol/L, CHD污染源的III类污染等级含量分布最高, 为477.9264mol/L。

根据对水体中污染等级构造, 建立水体中重金属的污染评价的水质差异性分析模型, 结合主要污染因子的量化回归分析结果, 进行水体中重金属污染快速检测和特征分解, 得到综合水质标识指数模型, 在不同的水质类别下, 得到临界标识指数为 $X1.X2=7.0$, 得到综合水质标识指数判别黑臭的临界阈值分别为: 41.6154、40.4125、49.0511、44.6771、44.7865、46.4267、50.8007、66.0303、60.1818、63.4545。根据开发区内河水系12个常规监测结果, 得到氨氮的单因子标识指数分别为: 59.3333、67.7273、66.4242、65.7576、63.0606、68.3333、66.4242。由此建立了水体中重金属的污染评价体系模型, 根据以重金属污染易富集区域的重金属成分含量为特征量, 进行含量检测。

二、水体重金属污染检测数据源

水体重金属污染检测数据源主要来自于12个不同的监测河流区域, 在综合水质标识指数判断下, 构建水体重金属污染检测的源数据分析表, 见表2。

表2 水体重金属污染检测的源数据分析表

污染监测区域	P (氨氮)	P (总磷)	P (CODCr)	Hg	Cr沉积物
区域1	0.0912	0.3653	1.1996	0.6778	0.6761
区域2	0.0832	0.3557	1.1813	0.6179	0.6164
区域3	0.0842	0.3513	1.1728	0.6254	0.6239
区域4	0.0860	0.3586	1.1868	0.6389	0.6373
区域5	0.0872	0.3723	1.2130	0.6479	0.6463
区域6	0.0826	0.3687	1.2062	0.6135	0.6119
区域7	0.0894	0.3742	1.2166	0.6643	0.6627
区域8	0.0870	0.3607	1.1908	0.6464	0.6448
区域9	0.0775	0.3646	1.1983	0.5760	0.5746
区域10	0.0842	0.3610	1.1914	0.6254	0.6239
区域11	0.0864	0.3670	1.2029	0.6419	0.6403
区域12	0.0842	0.3754	1.2189	0.6254	0.6239
区域13	0.0757	0.3566	1.1829	0.5626	0.5612

由表2可知, 在污染检测区域1中, P (氨氮)的源数据值为0.0912、P (总磷)为0.3653, P (CODCr)为1.996, 而Hg为0.6778, Cr沉积物为0.6761, 以该区域为例进行分析可知, 总体污染源数值较高的为P (CODCr), 总体污染源数值最低的为0.0912、P (总磷), 因此可以根据该检测规律, 对2017年~2021年五处监测点进行24个月的水质指标统计描述, 如下表3所示。

表3 2017年~2021年五处监测点24个月的水质指标统计描述

监测点	统计项目	高锰酸盐指数	化学需氧量	Hg重金属含量	Pd重金属含量	Cu含量	总磷
红A	最小值	0.7354	0.3489	0.0480	0.4794	0.2819	0.168
	最大值	0.6704	0.3398	0.0467	0.4370	0.2570	0.177
	平均值	0.6786	0.3355	0.0461	0.4423	0.2602	0.166
	标准差	0.6932	0.3425	0.0471	0.4519	0.2658	0.181
联B	最小值	0.7029	0.3556	0.0489	0.4582	0.2695	0.162
	最大值	0.6656	0.3522	0.0484	0.4339	0.2552	0.164
	平均值	0.7208	0.3574	0.0491	0.4698	0.2763	0.156
	标准差	0.7013	0.3445	0.0474	0.4571	0.2689	0.160
胡C	最小值	0.6250	0.3482	0.0479	0.4074	0.2396	0.165
	最大值	0.6786	0.3448	0.0474	0.4423	0.2602	0.155
	平均值	0.6964	0.3505	0.0482	0.4540	0.2670	0.151
	标准差	0.6786	0.3585	0.0493	0.4423	0.2602	0.148
寨D	最小值	0.6104	0.3406	0.0468	0.3979	0.2340	0.152
	最大值	0.5925	0.3435	0.0472	0.3862	0.2272	0.141
	平均值	0.7208	0.3558	0.0489	0.4698	0.2763	0.176
	标准差	0.6558	0.3242	0.0446	0.4275	0.2514	0.174
海E	最小值	0.6575	0.3419	0.0470	0.4286	0.2521	0.169
	最大值	0.6818	0.3197	0.0440	0.4444	0.2614	0.181
	平均值	0.7467	0.3649	0.0502	0.4868	0.2863	0.163
	标准差	0.7240	0.3579	0.0492	0.4720	0.2776	0.165

由表3可知,在红A、联B、胡C、寨D和海E五处监测点,进行高锰酸盐指数、化学需氧量、生化需氧量、氨氮、总氮、总磷以及重金属元素的监测,得到监测的最大值平均值、平均值和标准差,得到测试结果见表3。根据表3的监测结果作为数据源,进行水体重金属污染检测。

三、水体中重金属荧光检测

根据水质描述结果,进一步进行水体重金属快速检测还需要进行重金属荧光检测。根据各个离子的荧光特性,设置荧光检测离子序列为5'-CTCTCTCTCTTCATTTTCAACACACACACC-3'使用氯金酸和丙磺酸梁总检测药剂进行检测,为了增加检测准确度,还选取了柠檬酸三钠、宜春、乙烷、抗坏血酸等进行提纯,检测所需仪器较多,分别为78-1A加热搅拌器、Milli-Q plus恒温器、JEM-2010HT电镜、QM/TM/IM荧光测量系统、M200 Pro指标仪、F-4500分光光度计、CT14RD离心机、Millipore-MilliQ装置以及PH试剂,将电子天平调节至BS 124 S,即可开始进行水体重金属荧光检测,首先提取荧光检测实际,在试管中分别添加1 mL、2 mL、3 mL、4 mL、5 mL、6 mL、7 mL、8 mL、9 mL、10 mL荧光处理剂,分别添加15 μ L、20 μ L、25 μ L、30 μ L、35 μ L、40 μ L、45 μ L、50 μ L、55 μ L的AuNPs,设置相应的吸光值,根据吸光值的变化和光感聚集度进行综合对比。

根据光感聚集度对比结果可以进行浓度优化,设置相抵平行的传感体系,同样向内部添加1 mL、2 mL、3 mL、4 mL、5 mL、6 mL、7 mL、8 mL、9 mL、10 mL荧光处理剂,进行稀释处理,此时得到的AuNPs分别为0.15 μ L、0.20 μ L、0.25 μ L、0.30 μ L、0.35 μ L、0.40 μ L、0.45 μ L、0.50 μ L、0.55 μ L,此时完成了稀释,可以得到最大重金属浓度差值,根据重金属的组成情况进行差值比对,可以实现浓度优化。

浓度优化后需要检测传感体系的检测灵敏度,已知检测灵敏度越高,检测出的数值就越接近1,因此想检测母液内部注入缓冲也,测量此时缓冲液的荧光强度,分别加入银离子、钙离子、铜离子、铁离子等重金属,连续进行10次检测,第一次检测结果为0.55645证明仍存在浓度不合格情况,增加处理剂的浓度,进行进

一步检测,后九次的检测结果分别为0.59461、0.61352、0.66549、0.71325、0.78965、0.81235、0.85649、0.89456、0.95635,检测结果整体呈上升趋势,证明银离子、钙离子、铜离子、铁离子等重金属的检测灵敏度较高,进一步证明检测准确度,接下来可以向检测液中添加半胱氨酸,5 ppm二甲基亚砷、乙醇、乙酸、丙酮、乙酸乙酯、二乙醚、己烷、抗坏血酸,进行共存度检查,从而完成荧光检测。

四、水体中重金属的污染检测及评可靠性评估实验

结合表3对2017年~2021年五处监测点24个月的水质指标统计分析结果,建立水体中重金属的污染检测及评可靠性评估模型,对水体中重金属污染源及水质进行综合评价,实现对水体中重金属污染快速检测,得到检测性能曲线如图1所示,分析图1得知,本文方法进行水体中重金属污染源检测的精度较高,检测性能较好。

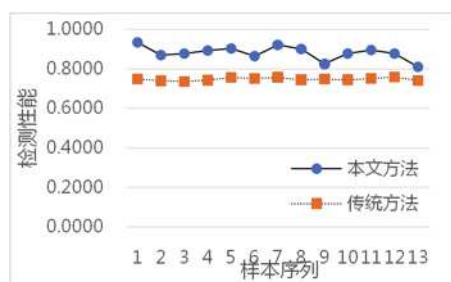


图1 检测性能对比

五、结论

本文构建水体中重金属污染快速检测模型,采用表层沉积物中重金属污染源特征分析方法,实现对水体中重金属污染快速检测。进行数据实证分析,研究得知,本文方法进行水体中重金属污染快速检测的精度较高,性能较好。

参考文献:

- [1]邹可可.电感耦合等离子体质谱法在水环境重金属离子检测中的应用[J].中国金属通报,2021(8):198-199.
- [2]蔡长明.微污染源水中铅、铬重金属含量检测技术研究[J].世界有色金属.2016(15):115-116.
- [3]尹娟,夏雨飘.等离子体发射光谱法测定生活污水中重金属[J].广州化工.2021,49(4):82-83.