

电化学方法在土壤重金属检测中的研究

邝颖聪

东莞市环境科学学会

DOI:10.32629/eep.v2i6.294

[摘要] 针对现有检测土壤重金属的方法存在设备成本高、操作过程复杂、限制条件多导致检测效率较低的问题,本文基于离子化合物的本质,研究利用电化学方法对土壤中的重金属铜进行检测,机理表明,本文面向土壤中铜金属的检测方法可行,操作过程相对简单,并且能实现对铜的定量,有利于提高该方面的检测效率。

[关键词] 电化学; 土壤; 重金属; 伏安法

前言

随着经济的发展,人们生活水平也在提高,对工业或生活排放带来的污染也越来越重视。土壤与水体虽为两个不同的类、不同的介质,但两者又是互为一体的,土壤受到污染,附近的水体也会受到一定程度的污染,特别是对于土壤中的重金属。常见的有铜超标、铬超标,这些重金属被人体过量吸入会导致诱导中枢神经系统疾病发生、破坏酶蛋白等多种危害,引发人体不适^[1]。因此,土壤重金属检测是一项重要的环保工作。

现有的检测设备功能强大,能用于检测多种物质,而且结果比较准确。然而,价格昂贵、操作过程复杂、检测要求多成为了其不足。本文将针对重金属铜研究一种合适的电化学检测方法。

1 方法过程设计

1.1 土壤样液提取

重金属铜在土壤中是以化合物的形式存在^[2],检测土壤中铜的含量往往转换成以铜离子浓度进行鉴定。由于土壤是一种混合物,既含有有机物,还含有无机物。由于有机物本身也会含有铜化合物,因此土壤中重金属铜的真实含量以土壤中不含有机物的前提下测量为准。把有机物处理为无机物需要一些工艺手段,常用的手段有高温焚烧、强酸腐蚀等^[3]。高温灰化的工艺流程一般是先燃烧碳化,在经过高温炉灰化,鉴于需要高温炉这些设备,本文不采用该方法。

检测重金属铜的含量实质最终是通过检测铜离子浓度来确定,采用强酸腐蚀法处理土壤获得无机化合物的样液更直接指向目标,并且该方法操作简单、成本低、能使有机物分解得更彻底。本文基于该方法,设计了如图1所示的土壤样液提取方法,先利用盐酸对土壤样品中的金属颗粒、氧化物、有机物等进行处理,利用盐酸易挥发的特性,在适宜的温度下加热促进反应并加以浓缩,稍冷后加入不同量的三种强酸,恒温加热固定的时间,然后降温过滤,滤液收集到指定容器,滤渣再用硝酸处理与过滤,两次滤液收集在同一容器里,如此保证金属离子最大限度地被收集起来。

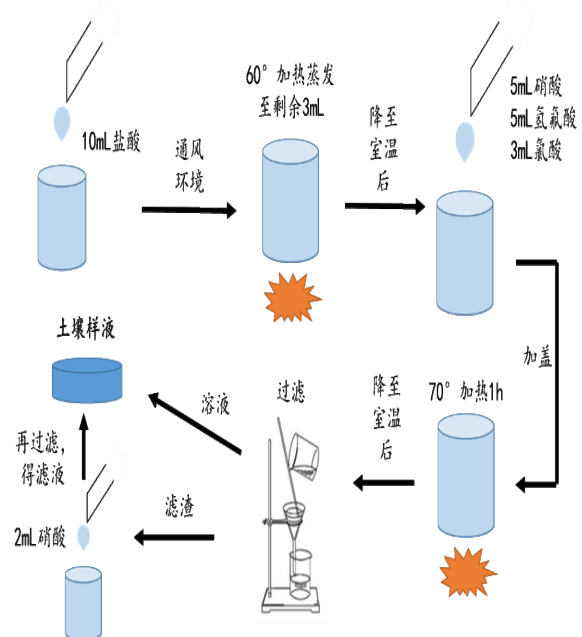


图1 土壤样液提取方法

1.2 电化学方法与离子浓度计算

结合土壤样液中的重金属离子的特性,本文利用电化学方法进行处理。电化学方法^[4]有多种,例如线性扫描伏安法、方波伏安法、差分脉冲伏安法(DPV)、溶出伏安法等,每种处理方案都有其优势。电化学实验的过程实质就是氧化还原过程^[5],氧化还原反应本身会产生电流,本文需要测量电流变化,然而杂质残余电流可能对测量结果有影响,解决方法是先进行预电解处理,把重金属离子由溶液沉积到电极表面上,形成难溶化合物,静止一分钟,再改变电位方向,对沉积金属离子于电极表面后的土壤样液施加线性增加的电压,并且叠加振幅恒定的脉冲,使难溶化合物发生氧化反应而重新溶出,同时会产生氧化峰电流,此时其溶出电流不易受杂质残余电流影响,在此过程中,每个电位脉冲叠加之前和消失时,对电流进行采样,测量两次电流并计算电流差。以电流差值为纵坐标,对应的电压为横坐标,能得到出现电流峰的DPV图,如图2所示:

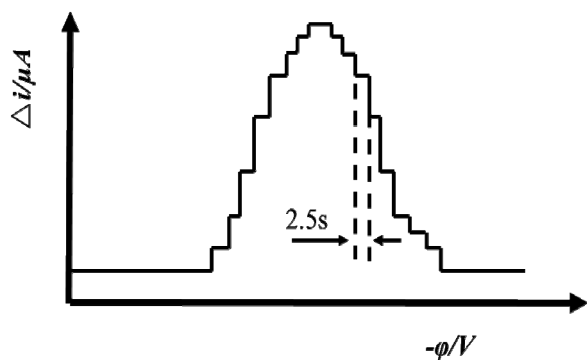


图2 差分脉冲伏安曲线

本文实质是将差分脉冲伏安法与溶出伏安法进行了融合使用,前文既包括了阳极溶出伏安法的运用(金属离子先电解沉积后重新溶出),也包含了差分脉冲法(溶解过程施加线性电压并叠加脉冲),如此既避开了测量中的干扰因素,也步步回扣着电化学原理这个根本。主要原理就是氧化还原反应,本文选择使用银基汞膜工作电极,预电解处理过程(富集过程)中,



溶出过程中,



通过差分脉冲法的原理公式可计算铜离子的浓度C为:

$$C = \frac{\Delta i \cdot 4RT}{(n^2 F^2 A \cdot \Delta E D^{1/2} (\pi t_m)^{-1/2})} \quad (3)$$

式中, n为电极反应转移电子数, A为电极面积(单位 cm^2), ΔE 为振幅, D为反应离子扩散系数, t_m 为电位脉冲叠加之前

到消失时经历的时间。由上式可见,离子浓度与电流差呈正相关。

2 结语

由上文可见,本文研究的针对土壤重金属铜的检测方法是利用电化学原理实现的,其方法可以概述为先严谨提取土壤样液,然后阳极富集待测金属离子,再施加线性电压使阳极溶出待测金属离子,同时叠加脉冲采样电流变化。本研究可以避开依赖大型昂贵的设备,对于中小型环保企业或机构具有一定借鉴作用,检测成本较低,操作不会过于复杂,但要减少误差的环节需要严谨把握。

[参考文献]

- [1]侯艳文,库婷婷,桑楠.重金属影响中枢神经系统的微生物-肠-脑轴途径[J].环境化学,2019,38(03):454-462.
- [2]张旭,曲燕,梁东丽,等.全国主要土壤铜、锌、镍重金属形态及其与土壤性质的关系[J].环境科学导刊,2016,35(5):9-14.
- [3]张锦泰.浸没燃烧技术处理高浓度有机废水研究[D].东南大学,2017,(04):82.
- [4]焦岩,张嘉琪,郭欣蕊,等.基于电化学检测重金属系统构建[J].实验技术与管理,2018,35(03):95-100.
- [5]郑凯,王璐颖,金国恒,等.常见金属硫化物电化学反应环境效应及其影响因素分析[J].地球与环境,2015,43(6):714-720.

作者简介:

邝颖聪(1993--),女,广东东莞人,汉族,硕士学位,研究方向:环境保护工程。