

# 原子吸收分光光度法测定电池中的铅、镉和汞的含量

AAS-014

**摘要:** 依据GB/T 20155-2006《电池中汞、镉、铅含量的测定》,使用原子吸收火焰法和冷原子吸收法对电池中的铅、镉、汞含量进行了测定。该方法回收率为95.23 ~ 99.99%之间,线性相关系数大于0.9998,相对标准偏差在0.56% ~ 1.04%。该方法操作简便,可满足电池在环境中重金属污染综合防治分析的检测要求。

**关键词:** 环境污染 电池 重金属 铅 镉 汞 原子吸收

随着社会经济的发展,各种电子产品和通讯器材大量涌现,且更新换代速度不断加快,例如手机在人们中的迅速普及,电动自行车的大量推广使用,从而使人们在日常生活中使用的电池数量和种类急剧增加。废电池对环境的危害主要问题是电池中有害成分在电池废弃后造成的环境污染。电池中的有害成分主要有汞、镉、铅等重金属,此外还有酸、碱等电解质溶液,对人体及生态环境有不同程度的危害。为此欧共体委员会下达指令:“最晚到2000年1月1日各成员国必须禁止含有超过体重0.0005%汞电池和蓄电池的销售,包括装在仪器设备中电池组和蓄电池”。该指令涉及“含超过体重

0.025%的镉”以及“含超过体重0.4%的铅”。1997年中国国务院九个部委联合下发了“关于限制电池产品汞含量的规定”,以加强电池汞污染防治。因此,建立一个准确、快速的电池中汞含量的测定方法,在电池生产部门和环境保护有着重要意义。目前,电池中汞、铅、镉含量的测定标准方法是采用岛津原子吸收AA670制定的GB/T 20155-2006《电池中汞、镉、铅含量的测定》。本文依据上述标准,联合国家轻工业电池质量监督检测中心,使用岛津AA7000原子吸收火焰法和MVU冷原子吸收法对电池中的铅、镉、汞含量进行了测定。

## 实验部分

### 1.1 仪器

AA-7000 (岛津) MVU冷汞发生器 (岛津)

### 1.2 实验器皿及试剂

实验所用玻璃器皿和消解罐均用硝酸溶液(1+1)浸泡24小时后,用去离子水冲洗,干燥备用;实验所用HNO<sub>3</sub>、HCl、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>试剂优级纯试剂,SnCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O、KMnO<sub>4</sub>为分析纯,实验用水为超纯去离子水。

### 1.3 仪器条件和参数

配制Pb、Cd和Hg的标准溶液。仪器稳定后,按表1仪器工作条件,标准曲线法计算结果。

表1 仪器工作条件

元素	波长 (nm)	灯电流低 (mA)	狭缝 (nm)	燃烧头高度 (mm)	点灯方式	浓度单位
Pb	217.0	10	0.7	7	BGC-D2	mg/L
Cd	228.8	8	0.7	7	BGC-D2	mg/L
Hg	253.7	4	0.7	22	BGC-D2	μg/L

#### 1.4 样品的前处理

电池样品称重后,将电池解剖、弃去外壳、碳棒和密封材料,取碳粉部分于 500 mL 烧杯中,充分研磨或搅拌均匀后,依次加入 40 mL 去离子水、40 mL 硝酸,待反应平静后加入 40 mL 盐酸。加热煮沸 15 min 后(注意勿使黑色物质溢出烧杯),取下冷却,过滤,用去离子水定容至 250 mL 容量瓶中,摇匀,稀释不同倍数待测。随同试样制备空白液。

## 2. 结果讨论

### 2.1 标准曲线

配制铅标准溶液 0.0、1.0、2.0、3.0、5.0 mg/L,镉标准溶液 0.0、0.1、0.2、0.4、0.6 mg/L,汞标准液 0.0、4.0、6.0、10 和 20  $\mu\text{g/L}$ ,各元素标准曲线图如下:

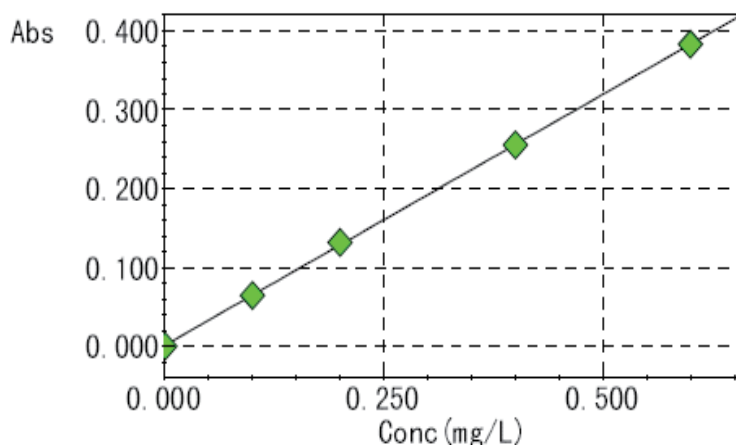


图1 镉的标准曲线

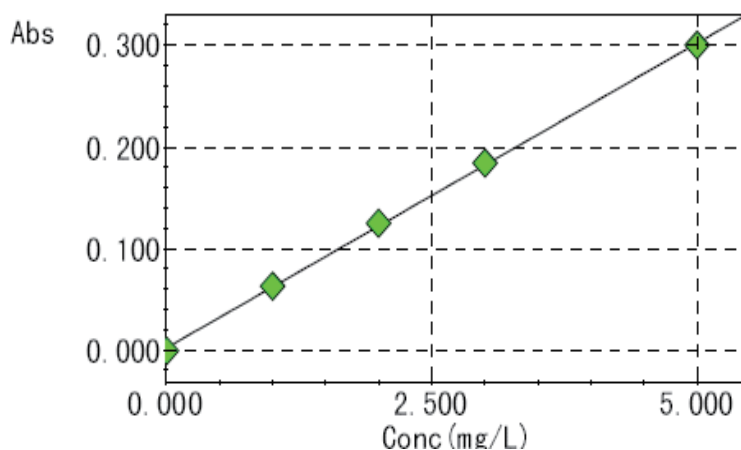


图2 铅的标准曲线

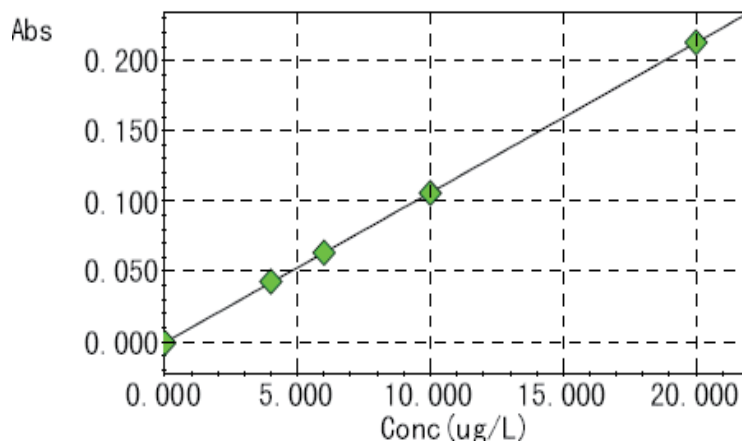


图3 汞的标准曲线

各元素在浓度范围内，浓度与吸光度有着良好的线性关系，相关系数为  $r > 0.9998$ 。

## 2.2 样品测定结果

某品牌 R20S 电池中铅、镉和汞元素的含量结果见表 2。

表2 R20S电池样品分析结果

元素	称样量 (g)	定容体积 (mL)	稀释 倍数	测定 结果	样品含量 (mg/Kg)	RSD (%)
Pb			10	2.8 (mg/L)	83.77	1.04
Cd	84.009	250	10	0.1 (mg/L)	3.27	0.56
Hg			1	15.53 (µg/L)	46.22	0.69

依据 GB 24427-2009《碱性及非碱性 - 二氧化锰电池中汞、镉、铅含量的限制要求》，该品牌 R20S 电池中的汞、镉和铅含量均小于限量值（汞  $\leq 250$  mg/Kg，镉  $\leq 200$  mg/Kg，铅  $\leq 2000$  mg/Kg）。

## 2.3 加标回收实验和检出限

在选定条件下对铅、镉和汞元素的空白样品测定 11 次，根据 3 倍的标准偏差除以曲线斜率算得方法检测限分别为 0.015 mg/L、0.0014 mg/L 和 0.03 µg/L。回收率数据如下表 3 所示：

表3 R20S电池样品回收试验结果

元素	加标前	加标量	加标后	回收率 (%)
Pb	2.8 (mg/L)	2.0 (mg/L)	4.79 (mg/L)	99.58
Cd	0.1 (mg/L)	0.1 (mg/L)	0.20 (mg/L)	95.23
Hg	15.53 (µg/L)	10.0 (µg/L)	25.51 (µg/L)	99.92

## 结论

依据 GB/T 20155-2006《电池中汞、镉、铅含量的测定》和 GB 24427-2009《碱性及非碱性 - 二氧化锰电池中汞、镉、铅含量的限制要求》，使用岛津 AA-7000 原子吸收火焰法和冷原子吸收法对电池中的铅、镉、汞含量进行了测定。该方法操作简便，可满足电池在环境中重金属污染综合防治分析的检测要求。