

# 水源水和工艺水重金属含量测试与评价

贯红霞

(北京市自来水集团有限责任公司第九水厂 北京 100085)

**摘要** 本文采用美国珀金-埃尔默(PERKIN ELMER)公司 Zeeman 5100 型原子吸收分光光度计,应用石墨炉等检测手段对水库水、进厂原水、各工艺取水点及出厂水进行分析、研究,从微量金属的来源及对人体健康的影响、各元素的测定条件到建立实验方法分别加以阐述;对部分数据进行汇总;提出工作设想,认为对水质进行严格的控制,首先要提高检测能力和手段。同时汲取国外的先进理念,开展有前瞻性的研究,未雨绸缪。

**关键词** 原子吸收 石墨炉 重金属 微量元素

## 前言

随着经济的发展,工业污染加剧,环境条件发生改变,饮用水水源受到不同程度的重金属污染,已经对人民的的生活和健康构成威胁。所以,加强水质监测,降低重金属含量,已成为迫在眉睫的首要问题。原子吸收光谱法具有灵敏度高、抗干扰能力强、分析速度快、精密度好等特点。从建厂初期到 2001 年上半年对水库水、进厂原水、各工艺取水点及出厂水进行 17 个项目的分析与研究,用大量的数据对水质的重金属含量予以综合评价。

微量元素可存在于天然的地下水或地面水中,其来源与自然过程或人的活动有关,化学风化和土壤沥滤是将微量元素带入天然水中的两种重要自然过程。许多植物能有选择地积累各种元素,植物腐烂期间即可获得微量元素,降雨造成的径流可将这些微量元素带入地面水中;由于工艺中投加三氯化铁和聚合氯化铝作为混凝剂,在这些药剂中可能含有杂质,使制成水中含有微量元素;管材腐蚀也可引起少量溶解而使微量元素进入水中。

## 1 实验方法

应用石墨炉原子吸收法检测 Cu、Pb、Cd、Ag、Ba、Ni、V、Mn、Cr 等九元素(见表 1)。

表 1 各元素仪器测定条件

元素	铜	铅	镉	银	镍	钼	钒	锰	总铬
波长(nm)	324.8	283.3	228.8	328.1	232.4	553.6	318.4	279.5	357.9
狭缝(nm)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.2	0.4	0.7	0.2	0.7
电流(mA)	15	10	8.0	10	16	25	30	8.0	20

## 2 结果与讨论

### 2.1 波长

因为原子吸收分析通常用于低含量元素的测定,所以一般选择最灵敏的共振吸收线作为分析波长。但有的元素次灵敏线相对稳定,干扰少,噪音低。所以选用吸收系数稍低的吸收线作为分析线。如镍的共振吸收线附近有几条非吸收或吸收很差的原子线,很难将它们分开,经过谱线扫描,测定其最大吸收,有时还需小范围变动,选择最佳能量。镍波长使用范围在  $232.0 \pm 0.4 \text{ nm}$ 。

### 2.2 灯电流

空心阴极灯的发射特性依赖于灯电流。在不同灯电流下测量一个标准溶液的吸光度,绘制灯电流和吸光度的关系曲线确定。在保证能量的前提下,尽量使用小电流。如总铬的测定:当灯电流为 25mA 时,能量在 70 左右,当灯电流降至 20mA 时,能量在 68~70 之间,故选用 20mA 延长灯的使用寿命。

### 2.3 载气流量选择

用氩气作为保护气,流速为  $300 \text{ mL/min}$ 。在原子化阶段停气,降低自由原子的逸出速度,使石墨管内自由原子平均滞留时间延长和浓度增加,有利于提高测定灵敏度和改善检出限。

### 2.4 石墨管

新的石墨管安放好后,首先进行热处理,防止管子突然升温造成爆裂。原子化温度恒定,原子化时间迟延,可降低或消除基体干扰。及时清洗石墨锥的内表面,除去碳化物的沉积。

### 2.5 灰化温度与时间

对基体较复杂的试样,分 2~3 步使用慢斜坡进行灰化处理,以促进基体分解,避免发生突然冒烟现象,选用不同的灰化温度进行实验以获得好的分析结果(见表 2)。

表2 灰化温度与时间

元素	温控范围 (°C)	斜坡时间 (s)	保持时间 (s)	氟气流量 (mL/s)Cu
Cu	800	5	25	300
Pb	700	5	25	300
Cd	400	5	15	300
Ag	500	2	20	300
Ba	1200	10	20	300
Ni	1000	10	20	300
V	1100	1	10	300
Mn	700	2	15	300
Cr	1400	10	20	300

2.6 原子化温度与时间

固定其它条件不变,仅改变原子化温度,观测原子吸收信号变化。选择吸收信号变化较小的较低温度。

原子化时间与测量方式有关。峰面积测量,原子化时间要足够长,才能使信号回到基线,而采用峰高测量,保证峰的后翼出现即可。经过比较本试验采用峰面积测量(见表3)。

表3 原子温度与时间

元素	温控范围(°C)	斜坡时间(s)	保持时间(s)
Cu	2100	0	5
Pb	1800	0	5
Cd	1600	1	5
Ag	2000	0	6
Ba	2550	0	6
Ni	2500	0	5
V	2650	0	5
Mn	2000	0	6
Cr	2500	0	3

2.7 基体改进剂

在灰化过程中,低沸点的化合物如铅、镉可能以金属形式损失。使用基体改进剂,在干燥与灰化过程中与待测元素生成难挥发的化合物,防止灰化损失。本试验选用磷酸氢二铵和硝酸镁混合液作为基体改进剂。

3 部分数据汇总与评价

方法建立后,对各取样点进行不同元素的测定。其中包括国家监测网北京站(原公司水质科)及其他单位外送样品。

3.1 铜、铅、镉、银是《生活饮用水水质标准》(GB5749—85)规定的检测项目,经过十余年监测,除铜有些许变化外(见图1),其余各项变化不明显。

3.2 从结果看,锰含量相对较高(见图2),特别是怀柔水库和密云水库。因国标是根据感官指标制

定,锰含量高时有金属味,影响饮水味道,则水体状况不容忽视。

3.3 化学法多检为六价铬,但元素铬系两性物质,能以不同价态存在于水中。由于三价铬氧化和六价铬的还原性,铬的状态在水中会发生改变。基于此目的从1995年开始,着手水中总铬方法研究。因国标中未规定此项目的水质标准,其方法可为新标准的制定提供参考。经过1996~1999年4年的检测,在水样中均未检出总铬。

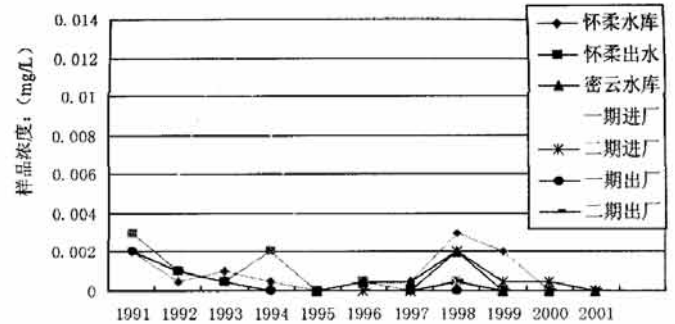


图1 历年铜元素测定最高值变化图

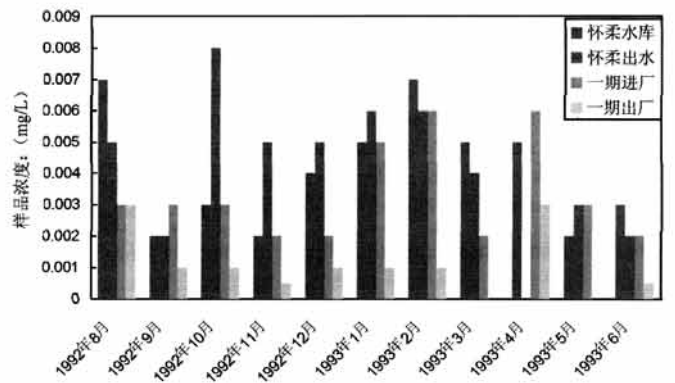


图2 锰元素含量示意图

3.4 钡测定值在0.07~0.19 mg/L范围内,略高于中国城市供水行业2000年技术进步发展规划水质目标,(目标值为0.1mg/L)应予以关注。

3.5 石墨炉技术检验水中锌的方法,因波长使用次灵敏线、重线性较差,曲线的相关系数也不尽人意,改用火焰法测定可大大提高灵敏度和准确性。

3.6 石墨炉技术适于低含量样品测定,水样中锶含量相对较高,改用空气-乙炔火焰原子吸收法测定,省时、简单。

10年来,经过检测,对水体部分重金属含量的基本情况有较全面了解。但随着水质的不断恶化,还有许多新的元素有待分析和研究。水源水的质量,是出厂水、管网水质量的基础。可根据水源水质对制水工艺、设备进行优化和评价。

利用悬浮进样装置-超声波搅拌器,采用悬浮进样石墨炉原子吸收法测定河湖底泥中重金属元素,可使泥样搅拌均匀,不需硝化等前处理,直接测定。

可开展此项课题研究,国内尚未见相关报导。

发展给我们带来的问题,一方面是水源水质发生改变,另一方面是生活水准的提高对水质提出更高要求。必须面对微污染源的现实,把改变水处理的传统工艺提到议事日程。采用新工艺、新技术,设计可能污染源,提出解决污染的方法,以应对突如其来的水质问题。

对水质进行严格的控制,首先要提高检测能力

和手段。吸取外国的先进理念,开展有前瞻性的研究,未雨绸缪。

### 参考文献

- 1 徐幼云,顾泽南,安全饮水委员会(美),饮水与健康,北京:人民卫生出版社
- 2 张月霞主编,微量元素研究进展,IM,北京:化学工业出版社,1995

## The research and evaluation of heavy metal concentration in water and processing water

Guan Hongxia

(No 9 waterworks of Beijing water works group Ltd , Beijing 100085 )

**Abstract** With the development of economy, industrial pollution has become one of serious problem. Because of environmental influence, the pollution of surface water has been more and more serious, and the raw water has been polluted by heavy metal in different degree. This has threatened people's life and health. So, enhancing water monitor and reducing heavy metal content has become the first important problem. This article researched water from reservoir, the raw water, the water of getting point, and the treated water by the Zeeman/5100 Atomic Absorption Spectrophotometer of PERKINELMER and with the methods such as graphite-stove. The article separately expatiated on trace metal origin and it's affection on people's health. It also expatiated on the monitoring condition of each element and the establishing of experiment method; It collected data, promoted the work constitution. We consider that the first task is to improve the ability of monitoring to control water quality strictly, draw advanced international idea, and study new possible issues, and then prepare for new problem.

**Key words** Atomic absorption Graphite furnace Heavy metal Microelement

(上接第 68 页)

故障现象 3: 开机后, 泵不工作

故障分析: 可能是泵电动机损坏或泵控制电路工作失常

故障维修: 首先检查泵电动机正常。然后检查泵控制电路(见图 3)。泵的动作是由微处理器的数据总线 D0—D1 控制, 当 D0=1、D1=1 时, 晶体管 T4 和 T5 都导通, 其集电极输出为 0V, 由于晶体管 T6、T7 截止, 驱动管 T9 输入为 0V, 故 T9 和 T10 的脚 1 (禁止端) 为 +12V, T9 和 T10 不工作。当 D0=0, D1=1, T4 截止, T6、T7 导通, T9 和 T10 的脚 1 为 0V, T9 和 T10 的“禁止端”信号无效, 此时 T10 导通, T9 为 0V。这是吸液过程。当 D0=1, D1=0 时, T9 向泵提供功率, T10 输出为 0V。这是排液过程。

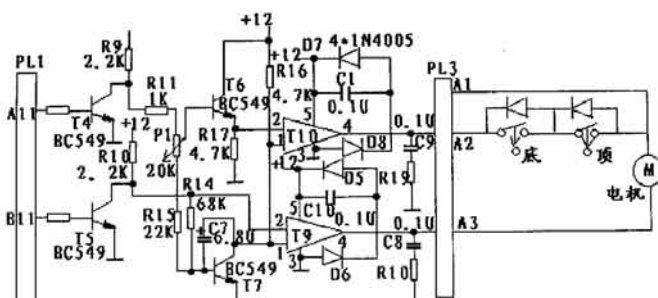


图 3 泵控制电路

测量 T4、T5、T7 的静态工作电压正常, T6 电压异常, 断电后, 检查晶体管 T6 发现 BC549 已坏, 造成无法提供给运算放大器 T10、T9 的电压, 从而造成泵控制电路工作失常, 泵不工作, 更换晶体管 T6 后, 开机操作, 泵运行正常, 故障排除。