

---

# 浙江省沿海渔业海域砷含量水平 调查及影响分析

李子孟<sup>1, 2</sup> 郭远明<sup>21</sup>

(1. 浙江海洋大学 食品与医药学院, 浙江 舟山 316021;

2. 浙江省海洋水产研究所农业部重点渔场渔业资源科学观测实验站,

浙江 舟山 316021)

**【摘要】:** 砷是公认的致癌物质, 研究调查渔业环境中水质、沉积物中的砷含量对人类健康和渔业经济的可持续发展有着重要的意义。采用原子荧光法对杭州湾、舟山海域、三门海域、乐清湾、南麂列岛海域等 5 个浙江沿海典型渔业水域 102 个调查站位中的水质、沉积物样品中的总砷含量进行了测定, 结果显示, 三门沿海海域表层海水总砷含量均值明显高于其他海域, 达  $2.7 \mu\text{g/L}$ , 总砷含量最高测定值为  $7.5 \mu\text{g/L}$ , 乐清湾、杭州湾、舟山和南麂列岛沿海海域表层海水总砷含量均值基本相同, 均在  $1.9 \sim 2.0 \mu\text{g/L}$  间。符合《GB3097-1997 海水水质标准》第一类海水水质标准; 5 个海域沉积物总砷含量均值为  $7.4 \sim 8.0 \text{mg/kg}$ , 差异较小, 南麂列岛海域附近海域沉积物总砷含量略高于其他海域, 均符合《GB18668-2002 海洋沉积物标准》第一类海洋沉积物标准。结合渔业环境中水质、沉积物的砷含量水平, 以及与海产品之间的迁移规律推断, 浙江沿海地区中, 三门的鱼类、藻类等海产品的风险性相对较大, 海产品中贝类砷含量的风险性相对较高。

**【关键词】:** 砷 原子荧光 水质 沉积物

**【中图分类号】** X820.4 **【文献标识码】** A

砷(As)是一种自然环境中广泛分布的一种有害微量元素, 在渔业环境中砷主要以三价砷、五价砷组成的无机砷化合物的形式存在, 是公认的致癌物质。浙江省是海洋大省, 日益突出的渔业环境环境污染问题对浙江省渔业经济造成了严重的影响, 砷、汞、铅、铬等重金属污染问题倍受人们的关注, 研究调查渔业环境中水质、沉积物中的砷含量对人类健康和渔业经济的可持续发展有着重要的意义。

本研究采用原子荧光法, 分别选定并检测了浙江省沿海 5 个主要海域 102 个站位的海水水质和海洋沉积物中的砷含量, 侧面反映出浙江沿海海产品的食用风险。

## 1 调查与分析

---

**作者简介:** 李子孟(1990-), 男, 浙江舟山人, 工程师, 本科, 研究方向: 海洋渔业环境及水产品质量安全。

## 1.1 样品采集

杭州湾是长三角经济圈的重要节点，也是梅童鱼等经济鱼类的重要产卵场和索饵场；三门湾水产养殖产业发达，是浙江省海水养殖第一大县，人工养殖的青蟹三门的特色水产品；乐清湾是典型的半封闭海湾，沿海滩涂贝类养殖业较为发达；舟山渔场是闻名世界的渔场之一，岛屿众多，海洋资源丰富；南麂列岛是我国国家级湿地自然保护区及国家级海洋牧场示范区。

本研究以 5 个浙江沿海典型渔业水域为代表（图 1），共设 102 个调查站位，采集了该海域的表层水质样品，同时采集了该海域表层沉积物样品，烘干除杂研磨后，采用《GB17378.4-2007 海洋监测规范第 4 部分：海水分析》和《GB17378.5-2007 海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》中的原子荧光法对实验样品进行总砷的测定，调查海域如下图所示。

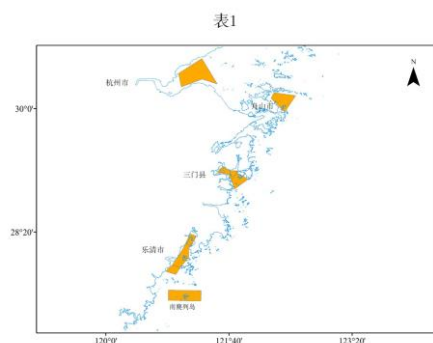


图 1 调查海域

## 1.2 总砷测定条件

样品中的砷含量采用北京吉天仪器有限公司的麒麟 KylinS12 型双通道原子荧光光度计进行检测分析，仪器各参数设定值。

## 2 结果与讨论

海水和海洋沉积物样品从杭州湾、舟山海域、三门湾、乐清湾、南麂列岛海域等 5 个浙江沿海重要海域采集得到调查数据表明：

(1) 三门沿海海域海水总砷含量均值明显高于其他海域，达  $2.7 \mu\text{g/L}$ ，总砷含量最高测定值为  $7.5 \mu\text{g/L}$ ，乐清湾、杭州湾、舟山和南麂列岛沿海海域海水总砷含量均值基本相同，均在  $1.9\text{--}2.0 \mu\text{g/L}$  间。许海超等表示近年来三门县“三废”排放严重，沿海工业投产企业达 107 家，多个污水处理厂超负荷运行，渔船溢油、养殖废水污染严重及围填海工程的运作等问题，或是造成该海域重金属砷含量较高的部分因素。

海水中的砷化合物一般通过鱼类的摄食、鳃吸收和皮肤直接渗透途径迁移至浮游鱼类的体内，相对而言食物相是主要途径，鱼类对海水中砷的吸收速率较低，但排出砷的速率也低，因此浮游鱼类对于海水中砷的富集能力较强。海水中的砷还容易被藻类所吸收，藻类依靠叶子等从海水中吸附砷元素，一般藻类砷的富集能力强于一般鱼类等海产品，总砷含量较高。刘天红等研究表明，海水中砷的含量对海藻有影响，在砷含量较高的海域，藻类砷含量也相对较高。

根据国家标准《GB3097-1997 海水水质标准》中海水的规定，第一类海水水质合适保护海洋生物，可以作为人类安全用水，包括适合渔业活动，养殖鱼类、可生食的贝类等养殖用水。从调查结果看，浙江沿海海域水质符合该标准，即水质砷含量  $<20 \mu\text{g/L}$ ，

风险性较低。由海洋鱼类、藻类等海产品砷含量与海水水质的相关性推断，浙江沿海三门的鱼类、藻类等海产品的砷含量将相对较高，风险性相对较大。

(2) 沉积物总砷含量的调查结果看，5个海域沉积物总砷含量均值为7.4~8.0mg/kg，差异不大，南麂列岛海域附近海域沉积物总砷含量略高于其他海域。造成沉积物中总砷含量高的原因可能有：1. 与人类排放污染物的活动直接相关，南麂列岛调查站位靠近码头，船只漏油等人类活动进一步增加海洋沉积物中有机质的含量，进而加强沉积物富集砷的能力。2. 南麂列岛海域调查区域水深相对较深，沉积物颗粒分选性更好。3. 与养殖贝类等活动相关。

海洋中贝类富集砷的能力极强，是该海域砷含量水平体现的标志物之一。唐健等表示贝类的总砷含量与海洋沉积物砷含量水平有很强的相关性，浙江沿海各海区贝类中的总砷含量基本接近于该海域海洋沉积物的综合总砷含量水平，贝类富集沉积物中总砷的比例在56%~97%。Luoma等认为藻类中砷含量和海洋表层沉积物中砷含量有重要联系，认为沉积物中的砷对海水中的砷含量浓度产生了影响，从而间接的影响了藻类的砷含量。

根据国家标准《GB18668-2002 海洋沉积物标准》的规定，第一类海洋沉积物合适保护海洋资源，可以作为海水养殖、渔业活动等人类安全用水，海底无工业、生活废弃物等。从调查结果看，浙江沿海海域沉积物符合该标准，即第一类沉积物含量<20mg/kg，风险性较低。由海洋底栖鱼类、贝类、甲壳类和藻类等海产品砷含量与海洋表层沉积物的相关性推断，浙江沿海海产品中贝类和藻类砷含量会相对较高。

### 3 小结

调查分析了杭州湾、舟山海域、三门海域、乐清湾、南麂列岛海域等5个浙江沿海重要海域102个调查站位的水质和沉积物中砷含量水平，结果如下：三门沿海海域表层海水总砷含量均值明显高于其他海域，达2.7 $\mu$ g/L，总砷含量最高测定值为7.5 $\mu$ g/L，乐清湾、杭州湾、舟山和南麂列岛沿海海域表层海水总砷含量均值基本相同，均在1.9~2.0 $\mu$ g/L间。符合《GB3097-1997 海水水质标准》第一类海水水质标准。5个海域沉积物总砷含量均值为7.4~8.0mg/kg，差异较小，南麂列岛海域附近海域沉积物总砷含量略高于其他海域，均符合《GB18668-2002 海洋沉积物标准》第一类海洋沉积物标准。结合渔业环境中水质、沉积物的砷含量水平，以及与海产品之间的迁移规律推断，浙江沿海地区中，三门的鱼类、藻类等海产品的风险性相对较大，海产品中贝类砷含量的风险性相对较高。

#### 参考文献:

- [1] 郝万鹏, 杨胡, 张卫星. 微量元素与人类健康的关系[J]. 现代检验医学杂志, 2004(04).
- [2] 罗锋, 廖光洪, 盛建明, 杨成浩. 乐清湾渔业环境季节特征及水交换过程研究[J]. 水资源保护, 2012(05).
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB17378.4-2007 海洋监测规范第4部分: 海水分析[M]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [4] 许海超. 三门湾三门海域海洋环境污染原因分析及防治对策探讨[J]. 海岸工程, 2017(02).
- [5] 杜森, 张黎. 砷在海洋食物链中的生物放大潜力及发生机制探讨[J]. 生态毒理学报, 2019(01).
- [6] 刘天红. 我国三大经济海藻生长期及其生长环境中砷含量的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2008

---

[7]国家环境保护局. GB3097-1997 海水水质标准[M]. 北京: 中国标准出版社, 1997.

[8]唐健. 几种海洋贝类中砷的含量和形态分析及体外生物利用度研究[D]. 浙江: 浙江大学, 2006

[9]国家海洋局. GB18668-2002 海洋沉积物质量[M]. 北京: 中国标准出版社, 2002