

# 福建省近岸港湾沉积物质量状况

王 宪<sup>1</sup>, 李文权<sup>1</sup>, 张 钊<sup>2</sup>

(1. 厦门大学 海洋与环境学院, 亚热带海洋研究所, 福建 厦门 361005; 2. 福建省海洋研究所, 福建 厦门 361012)

关键词: 沉积物; 污染; 福建省

中图分类号: X145

文献标识号: A

文章编号: 0253-4193(2002)04-0127-05

## 1 引言

福建省是我国东南沿海省份,地处台湾海峡西岸.位于 $23^{\circ}37' \sim 27^{\circ}10' \text{N}$ ,  $117^{\circ}11' \sim 120^{\circ}26' \text{E}$ 之间.海域面积为 $13.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ .其陆岸线总长为3 324 km.呈东北至西南走向,海岸线曲折多弯,形成了许多天然良港.其港湾沿岸均是福建沿海地区社会经济水平较高地区,是海洋资源开发的龙头产业所在地.近年来,随着改革开放,福建省经济突飞猛进,港口建设、海水养殖等经济迅速发展,港湾的沉积物污染状况日趋变得突出.本文根据福建省海洋污染基线调查沉积物的部分参数测定结果,结合前人工作成果,较系统地福建省近岸港湾沉积物的质量状况进行了研究分析,旨在保护海洋环境和防治沉积物污染提供了科学依据<sup>[1]</sup>.

## 2 调查站位和方法

### 2.1 调查站位

此次海洋污染基线调查时间为1998年6月至1998年10月,北起福鼎南至诏安.在福建省沿岸9个港湾设置了站位,具体调查站位见表1.

### 2.2 调查内容和方法

本次调查内容和具体分析方法参见1997年7月的《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》<sup>[2]</sup>和《海洋监测规范》<sup>[3]</sup>.

## 3 沉积物中主要污染物含量水平及分布特点

### 3.1 沉积物颗粒的粒度

调查结果表明,福建近岸及其河口港湾中沉积物粒度范围在2.50~66.26之间,均值

收稿日期: 2001-07-10; 修订日期: 2001-09-03.

基金项目: 福建省污染基线调查专项基金资助项目(FJ 1998S0017).

作者简介: 王 宪(1954—),男,江苏省响水县人,教授,从事海洋有机化学研究.

表1 沉积物调查的港湾

| 港湾  | 站号   | 北纬          | 东经           | 港湾   | 站号   | 北纬          | 东经           |
|-----|------|-------------|--------------|------|------|-------------|--------------|
| 沙埕港 | FJ01 | 27° 10' 03" | 123° 23' 00" | 泉州湾  | FJ13 | 24° 55' 30" | 118° 47' 00" |
|     | FJ02 | 27° 08' 00" | 120° 33' 00" |      | FJ14 | 24° 43' 00" | 118° 50' 42" |
| 三都澳 | FJ03 | 26° 45' 00" | 119° 43' 00" | 厦门湾  | FJ15 | 24° 33' 54" | 118° 08' 00" |
|     |      | 26° 37' 00" | 119° 42' 00" |      | FJ16 | 24° 30' 00" | 118° 13' 00" |
| 罗源湾 | FJ04 | 26° 27' 30" | 119° 41' 30" |      | FJ17 | 24° 30' 36" | 118° 00' 00" |
| 闽江口 | FJ05 | 25° 58' 30" | 119° 26' 48" | 九龙江口 | FJ18 | 24° 19' 42" | 118° 09' 36" |
|     | FJ06 | 26° 05' 36" | 119° 41' 30" |      | FJ19 | 24° 24' 48" | 118° 05' 30" |
|     | FJ07 | 26° 26' 48" | 119° 53' 42" |      | FJ20 | 24° 28' 36" | 118° 03' 30" |
| 兴化湾 | FJ08 | 25° 18' 40" | 119° 24' 00" | 东山湾  | FJ21 | 23° 52' 00" | 117° 31' 00" |
|     | FJ09 | 25° 21' 00" | 119° 19' 00" |      | FJ22 | 23° 45' 12" | 117° 26' 12" |
| 湄洲湾 | FJ10 | 25° 09' 00" | 119° 04' 00" |      | FJ23 | 23° 43' 24" | 117° 34' 12" |
|     | FJ11 | 25° 12' 20" | 119° 59' 00" |      |      |             |              |
|     | FJ12 | 25° 36' 00" | 119° 38' 00" |      |      |             |              |

为 39.98, 各个港湾的具体测定数据见表 2.

表2 近岸及主要河口港湾中沉积物粒度分布状况

| 港湾   | 颗粒大小范围(%)    | 平均值(%) |
|------|--------------|--------|
| 厦门湾  | 11.30~ 64.15 | 41.18  |
| 湄洲湾  | 14.50~ 58.24 | 35.48  |
| 兴化湾  | 42.20~ 42.40 | 42.30  |
| 三都澳  | 54.90        | 54.90  |
| 东山湾  | 54.11~ 61.52 | 57.82  |
| 闽江口  | 9.25~ 65.39  | 38.39  |
| 沙埕港  | 60.18        | 60.18  |
| 罗源湾  | 65.39        | 65.39  |
| 泉州湾  | 66.26        | 66.26  |
| 九龙江口 | 2.50         | 2.50   |

物中的有机质和硫化物高于外海. 港湾沉积物中有机质和硫化物与粒度的相关分析呈正相关, 但是其相关系数较差, 分别为  $R=0.1165$ ,  $R=0.08412$ . 可见, 港湾沉积物有机质和硫化物的含量主要还是与该海域沉积环境有关, 既氧化状况有关.

表3 河口港湾中沉积物有机质和硫化物的测定结果

| 港湾   | 含量         |                      | 平均值    |                      |
|------|------------|----------------------|--------|----------------------|
|      | 有机质(%)     | 硫化物 $\times 10^{-6}$ | 有机质(%) | 硫化物 $\times 10^{-6}$ |
| 厦门湾  | 0.46~ 3.83 | 3.93~ 56.40          | 1.70   | 182.72               |
| 湄洲湾  | 0.98~ 1.26 | 9.48~ 217.8          | 1.15   | 250.18               |
| 兴化湾  | 0.60~ 0.96 | 32.3~ 343.5          | 0.78   | 187.90               |
| 三都澳  | 0.37~ 1.50 | 11.90~ 49.68         | 5.43   | 41.86                |
| 东山湾  | 1.38~ 1.50 | 18.53~ 25.70         | 1.44   | 22.12                |
| 闽江口  | 0.09~ 1.48 | 2.50~ 4.77           | 0.785  | 251                  |
| 沙埕港  | 1.21       | 36.05                | 1.21   | 36.05                |
| 罗源湾  | 0.83       | 5.61                 | 0.83   | 5.61                 |
| 泉州湾  | 1.43       | 8.02                 | 1.43   | 8.02                 |
| 九龙江口 | 0.19       | 2.50                 | 0.19   | 2.50                 |

### 3.2 有机质和硫化物污染状况

福建省近岸及各港湾沉积物有机质和硫化物的含量测定结果见表 3. 由表 3 可看出, 福建近岸沉积物中有机质的范围为 0.09% ~ 3.83%, 均值为 1.22%, 硫化物变化范围为  $2.50 \times 10^{-6}$  ~  $56.4 \times 10^{-6}$ , 均值为  $122.34 \times 10^{-6}$ . 调查数据表明, 有机质和硫化物含量的分布不仅以近岸陆源的来源有关, 同时还与近海养殖密切相关. 养殖区、垦区的有机质和硫化物含量普遍较高, 同时近岸沉积

### 3.3 重金属

福建近岸及主要河口港湾沉积物的重金属含量测定结果见表4。由表4可看出汞、镉、铅、砷数据大致4种元素的分布基本上是近岸的含量略高,而外海则偏低。其中以闽江口和九龙江口重金属含量略高,这同周边的陆源输入有关,但4种重金属含量均值的变化地区差异并不明显。4种重金属含量与粒度的分析呈现无相关关系。它们的含量分布主要还是与污染源有关。

表4 近岸及主要河口港湾中沉积物的汞、镉分布状况

| 港湾  | 含量/ $\times 10^{-6}$ |             | 平均值/ $\times 10^{-6}$ |         | 含量/ $\times 10^{-6}$ |           | 平均值/ $\times 10^{-6}$ |       |
|-----|----------------------|-------------|-----------------------|---------|----------------------|-----------|-----------------------|-------|
|     | 汞                    | 镉           | 汞                     | 镉       | 铅                    | 砷         | 铅                     | 砷     |
| 厦门湾 | 0.014~0.097 2        | 0.018~0.286 | 0.060 6               | 0.150 7 | 9.30~34.33           | 3.18~8.88 | 22.155                | 4.85  |
| 湄洲湾 | 0.043 4~0.059        | 0.044~0.053 | 0.050 5               | 0.050 0 | 16.28~19.92          | 3.09~9.56 | 18.57                 | 9.28  |
| 兴化湾 | 0.045 4~0.056 1      | 0.066~0.067 | 0.050 57              | 0.066 5 | 12.75~17.34          | 2.51~3.66 | 15.045                | 3.085 |
| 三都澳 | 0.023 1~0.057        | 0.046~0.213 | 0.045 6               | 0.110   | 16.40~27.42          | 4.11~5.07 | 21.74                 | 4.73  |
| 东山湾 | 0.052~0.072          | 0.035~0.054 | 0.062                 | 0.044 5 | 22.32~28.49          | 4.6       | 25.405                | 4.6   |
| 闽江口 | 0.055~0.102 7        | 0.244       | 0.078 85              | 0.244   | 29.97                | 0.3~4.58  | 29.97                 | 2.44  |
| 沙埕港 | —                    | 0.040       | —                     | 0.040   | 18.72                | 8.19      | 18.72                 | 8.19  |
| 罗源湾 | 0.038                | 0.034       | 0.038                 | 0.034   | 17.43                | 5.13      | 17.43                 | 5.13  |
| 泉州湾 | 0.059                | 0.044       | 0.059                 | 0.044   | 19.75                | 15.76     | 19.75                 | 15.76 |
| 九龙江 | 0.026                | —           | 0.026                 | —       | —                    | 0.3       | —                     | 0.3   |

### 3.4 福建近岸沉积物中油的含量及分布特征

图1给出了福建近岸港湾油的含量和分布。福建近岸海区沉积物中油的含量与底质污染物标准(油类为1000 mg/kg)相比,尚未超标,整个海区的沉积物中油含量平均值约为57.001 mg/kg,含量还不算高。如果海区中沉积物按粘土、细砂、粉砂3种类型进行分类统计,其结果可见表5。由表5可看出,整个福建沿岸沉积物类型以粘土为主,这与各海区水动力条件(尤其是底层海流)有很大关系。统计结果表明,以粘土为主的沉积物类型,其油类含量平均值为183.70 mg/kg,以极细粉砂为主的沉积物类型,其油类含量平均值为47.12 mg/kg。由此可见,油类含量与沉积物类型有密切关系。

表5 沉积物中石油含量与沉积物类型

| 沉积物类型 | 油含量/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ |        |
|-------|-------------------------------------|--------|
|       | 含量范围                                | 平均值    |
| 粘土    | 17.17~784.36                        | 183.70 |
| 极细粉砂  | 14.48~79.76                         | 47.12  |
| 细砂    | 18.10~18.67                         | 18.39  |

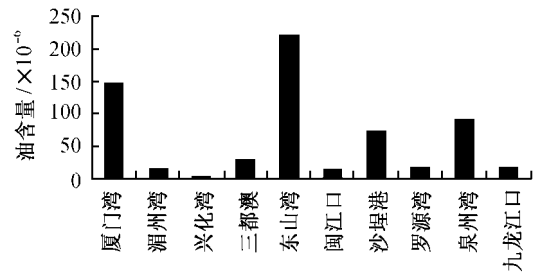


图1 福建港湾沉积物中油的分布状况

沉积物石油含量大小顺序是粘土、极细粉砂、细砂。但切不可由沉积物中石油含量高低判定该海区污染的轻重,这还要参看其他环境要素。

### 3.5 DDT与PCB

调查结果显示,福建近岸及湾口 DDT 的含量为  $0.335 \times 10^{-9} \sim 14.71 \times 10^{-9}$ , 均值为  $7.1 \times 10^{-9}$ , PCBs 的含量为  $1.01 \times 10^{-9} \sim 49.8 \times 10^{-9}$ , 均值为  $1.17 \times 10^{-9}$ . 由已知数据看不出明显的变化特征.

表6 近岸水体及主要河口港湾中沉积物中的 DDT 与 PCB 的分布状况

| 港湾   | 含量/ $\times 10^{-9}$ |              | 平均含量/ $\times 10^{-9}$ |       |
|------|----------------------|--------------|------------------------|-------|
|      | DDT                  | PCB          | DDT                    | PCB   |
| 厦门湾  | 0.70~ 4.691          | 1.67~ 35.72  | 12.03                  | 13.00 |
| 湄州湾  | 4.53~ 22.34          | 3.31~ 24.09  | 10.96                  | 10.32 |
| 兴化湾  | 0.41~ 0.51           | 1.17~ 1.37   | 0.46                   | 1.27  |
| 三都澳  | 0.335~ 12.06         | 1.01~ 6.71   | 4.28                   | 3.96  |
| 东山湾  | 12.50~ 13.49         | 13.96~ 16.93 | 12.99                  | 15.45 |
| 闽江口  | 1.04                 | 2.02         | 1.039                  | 2.02  |
| 沙埕港  | 0.60                 | 4.09         | 0.60                   | 4.09  |
| 罗源湾  | 10.64                | 17.13        | 10.64                  | 17.13 |
| 泉州湾  | 14.71                | 49.08        | 14.71                  | 49.08 |
| 九龙江口 | —                    | —            | —                      | —     |

## 4 沉积物污染程度评价

### 4.1 评价方法及标准

#### 4.1.1 评价因子

沉积物污染评价因子包括有机质、硫化物、油类、汞、镉、铅、砷、DDT, PCB 共计 9 项.

#### 4.1.2 评价标准和方法

根据《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中沉积物主要污染物评价标准进行. 沉积物评价方法统一采用污染指数法, 对沉积物进行单站单因子评价与单站污染物分类评价.

### 4.2 主要海湾河口沉积物污染程度

#### 4.2.1 有机质和硫化物

有机质与硫化物其含量分别为 0.19~ 5.43 和 0.78~ 250.18 之间, 平均值分别为 1.494 5 和 114.191. 其中有机质 1 个站位超标(FJ17), 超标率为 4%, 超标倍数为 1.28. 硫化物有 3 个站位超标(FJ09, FJ17, FJ14), 超标率为 12%, 最大超标倍数为 1.85, 最小为 1.14.

#### 4.2.2 金属元素在港湾、河口中的含量

金属含量状况如下: 汞、镉、铅、砷、铝其含量分别为 0.026~ 0.078, 0.034~ 0.150 7, 15.045~ 29.97, 0.3~ 15.76, 5 150.00~ 65 650.00 范围之内, 其平均含量分别为 0.052 36, 0.744 6, 20.976, 5.436 5, 26 541.497, 汞、镉、铅、砷含量趋于稳定, 各站相差不大, 调查期间无一站位出现超标现象.

#### 4.2.3 油类含量

油类含量为 2.5~ 784.36, 其平均含量为 62.389 2  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ , 整个海域沉积物中油含量普遍不高, 基本无任何超标情况存在, 只有 1 个站位(FJ17) 超标, 超标率为 4%, 超标倍数为 1.57.

#### 4.2.4 DDTs 和 PCBs 的含量

含量分别为 0.457~14.71, 1.27~9.08 之间, 平均值分别为 7.523, 12.924。PCBs 的含量均无超标情况存在, 而 DDTs 的含量有两个站位超标(FJ17, FJ10), 超标率为 8%, 最大超标倍数为 2.34。最小倍数为 1.1。

#### 4.3 近岸海域沉积物环境质量评价

综上所述, 福建沿海除了个别站位部分参数超标外, 其余一切正常, 底质良好。表 7 给出了福建近岸及其港湾各项因子的平均值及污染指数。各个港湾的质量综合指数见图 2。

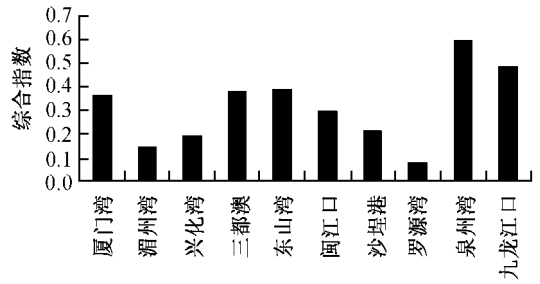


图 2 福建沿岸各个港湾质量综合指数状况

表 7 福建近岸及其港湾各项因子的平均及污染指数

|     | 有机质<br>(%) | 硫化物/<br>$\times 10^{-6}$ | 汞/<br>$\times 10^{-6}$ | 镉/<br>$\times 10^{-6}$ | 铅/<br>$\times 10^{-6}$ | 砷/<br>$\times 10^{-6}$ | 铝/<br>$\times 10^{-6}$ | 油/<br>$\times 10^{-6}$ | DDT/<br>$\times 10^{-6}$ | PCB/<br>$\times 10^{-6}$ |
|-----|------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 平均值 | 1.442      | 117.805                  | 0.05294                | 0.6771                 | 20.971                 | 5.335                  | 30153.6                | 57.001                 | 7.1098                   | 10.826                   |
| 指数  | 0.481      | 0.393                    | 0.02647                | 0.6771                 | 0.419                  | 0.2668                 | —                      | 0.114                  | 0.3555                   | 0.541                    |

## 5 小结

根据上述沉积物质量状况阐述, 福建省近岸港湾沉积物油类含量与沉积物类型有密切关系, 有机质与硫化物, 金属元素汞、镉、铅、砷和 DDTs, PCBs 与粒度的分析呈现无相关关系。综合指数范围为 0.082~0.60, 平均值为 0.29, 底质质量状况良好, 但仍需加强管理, 在开发海洋的同时, 保护好海洋环境, 本文的目的基于此。

#### 参考文献:

- [1] 福建省海岸带和海洋资源综合领导小组办公室. 福建省海岸带和海洋资源综合调查报告[R]. 北京: 海洋出版社, 1990.
- [2] 第二次全国海洋污染基线调查领导小组办公室. 第二次全国海洋污染基线调查技术规程[S]. 北京: 海洋出版社, 1997.
- [3] 中华人民共和国行业标准. 海洋监测规范[S]. 北京: 海洋出版社, 1991.

## Assessment on present status and quality of sediment in Fujian shore bay

WANG Xian<sup>1</sup>, LI Wen-quan<sup>1</sup>, ZHANG Fan<sup>2</sup>

(1. Institute of Subtropical Oceanography, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 2. Fujian Marine Institute, Xiamen 361012, China)

**Key words:** sediment; pollution; Fujian