

杭州湾北岸潮间带生态研究Ⅱ. 软相 底栖动物群落的变化*

张水浸 林双淡 江锦祥 吴启泉 郑凤武
蔡尔西 徐惠州 刘泉顺 李荣冠 何明海

(国家海洋局第三海洋研究所)

摘 要

本文以杭州湾北岸软相潮间带A—E5条断面(图1)的连续6年(1975—1980年)底栖动物生态调查资料为依据,分析上海石油化工总厂于1977年投产后对该区环境质量的影响。结果表明,底栖动物群落的变化相当明显。这是水质、底质和地形环境改变综合作用的结果。其中,断面A主要是因附近筑堤填海、泥沙淤积所造成;其他4条断面主要乃与不同程度的有机污染密切相关。

杭州湾北岸软相潮间带底栖动物群落的背景状况调查,我们曾有较详细报道(蔡尔西等,1980;林双淡等,1984)。本文则根据在该调查区内的连续6年(1975—1980年)生态调查监测资料,分析上海石油化工总厂(以下简称“总厂”)投产后底栖动物群落的变化,为该区环境质量综合评价提供某些生态学依据。

历年的调查监测地点仍是背景状况调查时所布设的5条断面,即:厂区附近的A、B、C 3条断面和离厂区20—30公里的乍浦(D)和柘林(E)2条断面(见图1)。各取样站也

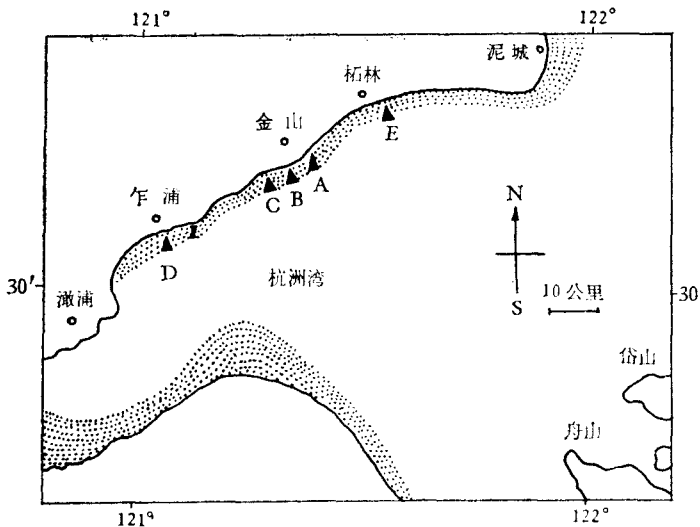


图1 杭州湾北岸潮间带调查地点

(▲断面位置)

fig. 1 a sketch map of the intertidal zones along the northern coast of Hangzhou Bay

(▲ Location of transects)

是背景状况调查时分别在各断面布设的14—25个站。调查监测时间为每年的5、9两个月份。

* 总厂的刘家骥、王伟松参加本项工作;调查过程中得到总厂、上海市卫生防疫站、东海水产研究所等单位大力协作;本文成稿过程中,承蒙黄宗国、张金标副研究员、吴宝铃研究员、李冠国教授审阅,在此一并致谢。

调查方法均按《海洋污染调查暂行规范》(国家海洋局1979)。

从调查区的环境质量概况来看,自总厂投产后,水体中的化学耗氧量(COD)、5日生化需氧量(BOD₅)和氨氮(NH₄-N)等,绝大多数样品均超过地面水卫生标准的最高允许浓度,并呈逐年增高趋势;沉积物中的石油烃、硫化物、有机质等,也呈逐年上升趋势。此外,由于填海建厂,个别断面的地形、沉积物组分和粒度也发生一定程度的改变。

本文着重从底栖动物的种类组成、数量和各潮区群落优势种的变化进行分析比较¹⁾。

一、种类组成的变化

调查期间内,栖息于各断面的种类数有着不同程度的变化。从图2可以看出:断面A变化最为显著,其种类数1977年前有32—34种,但1977年后迅速减少,至1980年仅有18种;断面B、C、D的种类数,于总厂投产初期的1977—1979年间,略有增加趋势,尤以断面D较明显;而远离厂区的断面E,种类数历年保持相对稳定,变动范围在36—41种之间。

在各断面的种类组成中,变化比较明显的是,各动物类群种数的比例关系(简称编组比率)于不同时期有不同程度的改变。其中,多毛类的编组比率逐年上升,投产前的多毛类种数分别占各断面种类总数的23.7—38.9%,而投产后的1980年,却分别占了33.3—44.4%,相对比较,多毛类增加了10—15%;反之,甲壳动物的编组比率呈逐年下降趋势,投产前后比较,相对下降了5—10%(见图3);至于软体动物和其他动物类群的编组比率,目前尚无明显改变,其变动范围大体均小于5%。从图3还可清楚看出,各断面多毛类和甲壳动物编组比率的变化,断面A最大,断面B、C、D次之,断面E最小。

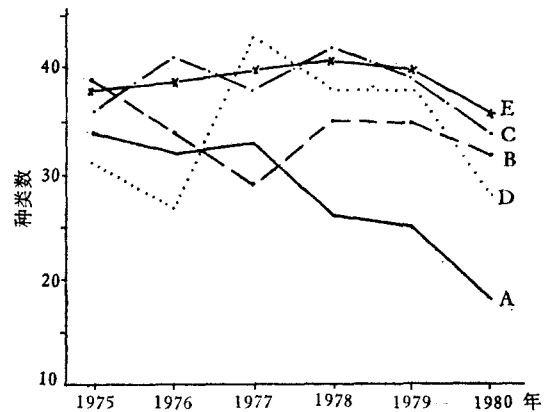


图2 5条断面种类总数的变化(1975年—1980年)

— 断面A - - - 断面B ····· 断面C
- · - · 断面D *-*-* 断面E

fig. 2 variation of species number at five transects(1975-1980)

二、数量变动

1. 栖息密度的变动

各断面历年总平均栖息密度的变动如图4所示。从整体来看,在总厂投产前的1975—1976年,其栖息密度均处于相对稳定,而1977年正式投产后,各有较大变化。其中,断面A的总平均栖息密度迅速下降,1980年仅有11个/米²,为投产前的1/200左右。其余4条断面的变动规律大同小异,均于投产后的1977—1978年出现栖息密度的最大值(断面D略有提前),尔后,1979—1980年间,也都迅速下降,最大栖息密度和最小栖息密度分别相差15—29倍。

然而,应引起注意的是,尽管各断面的总平均栖息密度于1979—1980年急剧下降,但多

1) 1976年9月份资料缺,由7月份资料辅以分析。

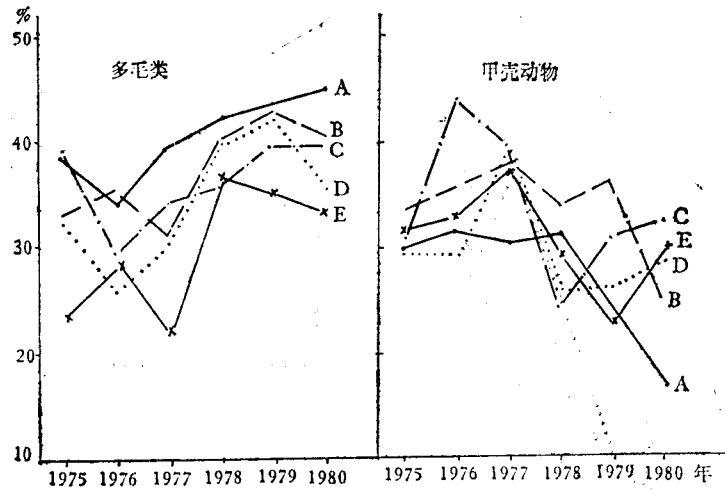


图3 5条断面多毛类和甲壳动物编组比率的变化(1975—1980年)
 ——断面A — — —断面B · · · · ·断面C ······断面D ×—×—×断面E
 fig. 3 variation rate of organizational groups of Polychaeta and Crustacea at the five transects(1975—1980)

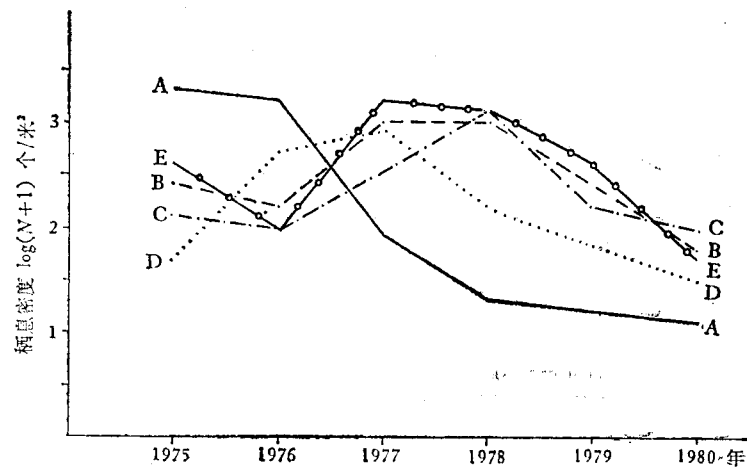


图4 5条断面总栖息密度的变化(1975—1980年)
 ——断面A — — —断面B · · · · ·断面C ······断面D -o-o-o-断面E
 fig. 4 variation of total habitat density at the five transects(1975—1980)

毛类的栖息密度在总栖息密度中所占的比率(相对值)却明显地上升(见图5)。其中,断面D1979年的多毛类达51个/米², 占总栖息密度的63.8%; 厂区附近的A、B、C3条断面, 1980年的多毛类栖息密度分别为5.5个/米²、30.5个/米²和60.5个/米², 各占该断面总栖息密度的50.0%、51.3%和63.7%; 只有在离厂区较远的断面E, 多毛类栖息密度的比率没有明显增加, 其历年的最高比率仅达25—30%。至于1977—1978年间, 各断面的多毛类栖息密度比率均相对较低, 乃因断面A的优势种多颚才女虫 [*Polydora(Boccardia) polybranchia*] 消失和其余4条断面大量出现一些小螺所致。

2. 生物量的变动

图6反映了5条断面的生物量变动规律大体有3种类型;(1)断面A, 随着调查时间向

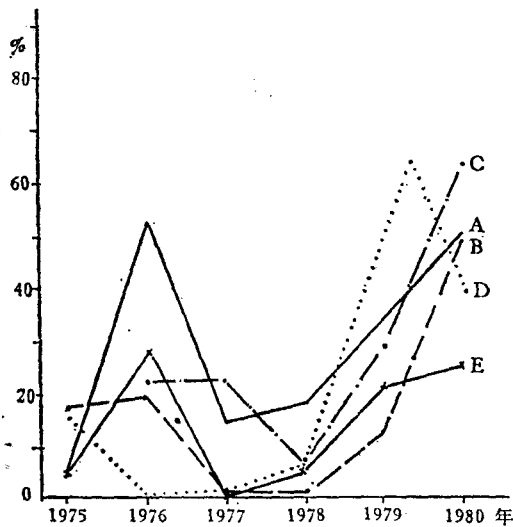


图 5 5条断面多毛类栖息密度比率的变化(1975—1980年)

——断面A — — —断面B ·····断面C
· · · · ·断面D × × × × E

fig. 5 variation of habitat density of Polychaeta at the five transects(1975—1980)

1979—1980年也都迅速下降；(3)断面D、E，其生物量则随调查时间推移，呈逐年增加趋势，以断面E而言，1980年达42.6克/米²，比1975年的23.1克/米²增加了近1倍。

这里也应指出，除断面A外，其余4条断面的多毛类生物量，也均呈逐年上升现象，尤以排污口附近的断面B、C为甚，1975年分别只有1.5克/米²和2.5克/米²，而1980年却分别达7.7克/米²和10.5克/米²，增加了3—4倍。

三、群落优势种的变化

1. 断面A

在背景调查时(1975年)，本断面具有3个不同的底栖动物群落：(1)高潮区至中潮区上层为岩相潮间带(人工石堤)，是中间拟滨螺(*Littorinopsis intermedia*)—齿纹蜒螺(*Nerita yoldi*)—海蟑螂(*Ligia exotica*)群落(它非软相潮间带，仅做定性观察)；(2)中潮区中层是泥螺(*Bullacta exarata*)—宽身大眼蟹(*Macrophthalmus dilatatus*)—蛤类〔主要有四角蛤蜊(*Macra veneriformis*)、彩虹明樱蛤(*Moerella iridescens*)〕群落；(3)低潮区的帚虫(*Phoroniasp.*)—多鳃才女虫—短吻蠕虫(*Listriobus brevirostris*)群落。前两个群落，在整个调查期间基本稳定，只有四角蛤蜊目前已难采到。而低潮区的生物群落，自1977年后，发生了极明显的变化，帚虫、多鳃才女虫、短吻蠕虫等群落优势种和常见种小海葵(*Actinaria*)、刺螯鼓虾(*Alpheus hoplocheles*)基本消失，原有群落瓦解，且无其他生物能组成新的群落(见图7)。

2. 断面B、C

这两个断面由于相差只有数百米，环境条件类似，因此，背景调查时，底栖动物群落相

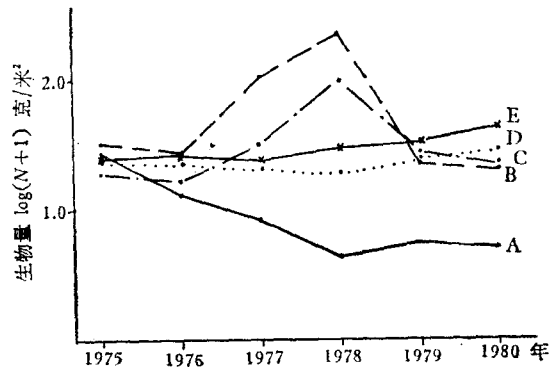


图 6 5条断面生物量的变动(1975—1980年)

fig. 6 variation of biomass at the five transects (1975—1980)

后推移，生物量明显地逐年降低，1975年，其生物量为26.6克/米²，而至1980年，只有6.8克/米²；(2)断面B、C的生物量，于总厂投产前相对稳定，投产初期(1977—1978年)显著增高，分别达223.0克/米²和95.7克/米²，但1979—1980年也都迅速下降；(3)断面D、E，其生物量则随调查时间推移，呈逐年增加趋势，以断面E而言，1980年达42.6克/米²，比1975年的23.1克/米²增加了近1倍。

这里也应指出，除断面A外，其余4条断面的多毛类生物量，也均呈逐年上升现象，尤以排污口附近的断面B、C为甚，1975年分别只有1.5克/米²和2.5克/米²，而1980年却分别达7.7克/米²和10.5克/米²，增加了3—4倍。

三、群落优势种的变化

1. 断面A

在背景调查时(1975年)，本断面具有3个不同的底栖动物群落：(1)高潮区至中潮区上层为岩相潮间带(人工石堤)，是中间拟滨螺(*Littorinopsis intermedia*)—齿纹蜒螺(*Nerita yoldi*)—海蟑螂(*Ligia exotica*)群落(它非软相潮间带，仅做定性观察)；(2)中潮区中层是泥螺(*Bullacta exarata*)—宽身大眼蟹(*Macrophthalmus dilatatus*)—蛤类〔主要有四角蛤蜊(*Macra veneriformis*)、彩虹明樱蛤(*Moerella iridescens*)〕群落；(3)低潮区的帚虫(*Phoroniasp.*)—多鳃才女虫—短吻蠕虫(*Listriobus brevirostris*)群落。前两个群落，在整个调查期间基本稳定，只有四角蛤蜊目前已难采到。而低潮区的生物群落，自1977年后，发生了极明显的变化，帚虫、多鳃才女虫、短吻蠕虫等群落优势种和常见种小海葵(*Actinaria*)、刺螯鼓虾(*Alpheus hoplocheles*)基本消失，原有群落瓦解，且无其他生物能组成新的群落(见图7)。

2. 断面B、C

这两个断面由于相差只有数百米，环境条件类似，因此，背景调查时，底栖动物群落相

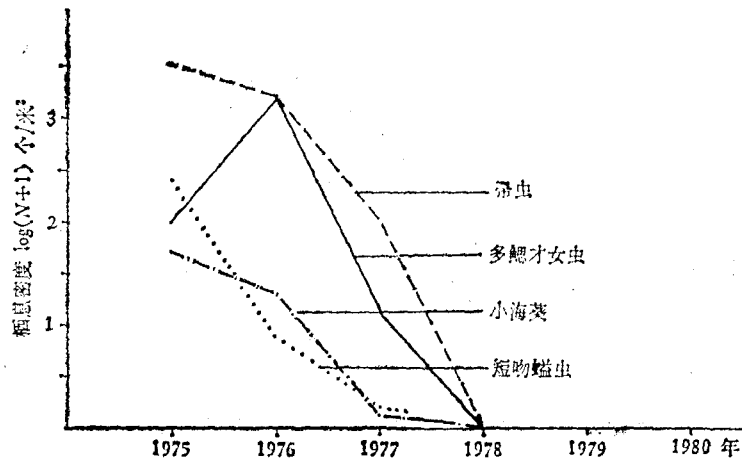


图 7 断面 A 低潮区群落优势种的变化 (1975—1980 年)

fig. 7 variation of dominant species of community at low tidal zone of transect A (1975—1980)

同。其高潮区是中国绿螂 (*Glaucomya chinensis*)-疣吻沙蚕 (*Tylorrhynchus heterochaetus*)-蟹类〔主要有弧边招潮 (*Uca arcuata*)、长足长方蟹 (*Metaplex longipes*)、谭氏泥蟹 (*Ilyoplax deschampsii*)〕群落；中潮区是泥螺-宽身大眼蟹-蛤类群落，低潮区 (包括中潮区下层一部分) 的底质为不稳定的浮泥，生物种类和数量均非常贫乏，只见个别焦河蓝蛤 (*Polamocorbula ustulata*)，不能形成群落。

由于该两断面分别处于第 2 污水泵站和污水处理厂排污口附近，因此，总厂投产后，高潮区原有底栖动物群落的优势种发生明显的更替现象，其中，疣吻沙蚕于 1977—1978 年被较耐污的中蚓虫 (*Mediomastus californiensis*) 所取代；而 1979—1980 年间，被视为有机污染指示生物之一的双齿围沙蚕 (*Perinereis aithuhtensis*) (贾树林等, 1982)，又取代了中蚓虫而成为群落优势种 (见图 8, 9)。

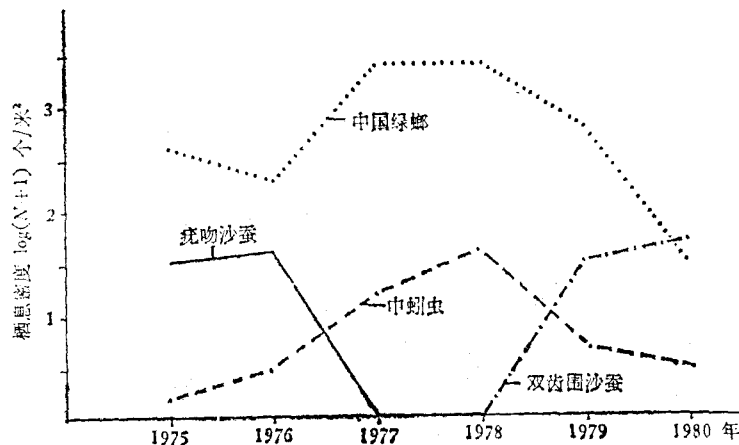


图 8 断面 B 高潮区群落优势种的变化 (1975—1980 年)

fig. 8 variation of dominant species of community at high tidal zone of transect B (1975—1980)

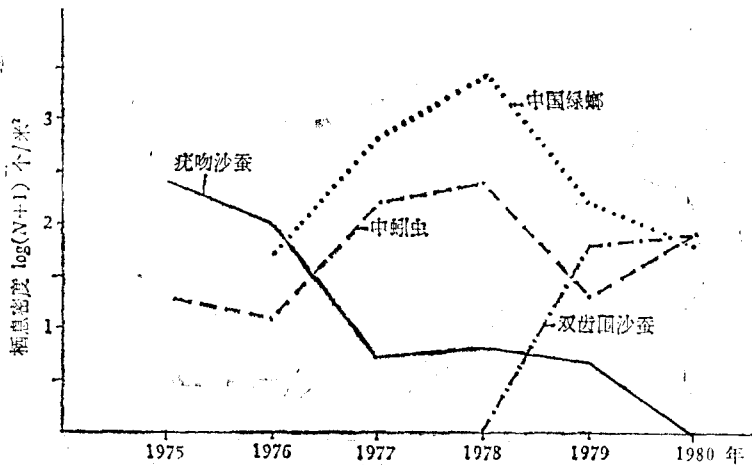


图9 断面C高潮区群落优势种的变化(1975—1980年)

fig. 9 variation of dominant species of community at high tidal zone of transect C(1975—1980)

此外,群落中的蟹类也明显减少。至于中潮区的泥螺-宽身大眼蟹-蛤类群落,调查期内尚无明显改变,仅四角蛤蜊有逐年减少的现象。

3. 断面D

本断面高潮区底质为粗砂、石砾,底栖生物极端贫乏。而中潮区至低潮区有3个不同群落。其中,中潮区上层的中国绿螂-双齿围沙蚕-泥蟹群落,不同时期有着一定程度的变化,1976—1978年,群落中出现了大量的光滑狭口螺(*Sternothyra glabra*)和鹿眼螺(*Rissoia* sp.),但1979—1980年间,这些小螺连同中国绿螂几乎绝迹,群落组成趋于简单化,只有双齿围沙蚕占有绝对优势(见图10)。而中潮区中、下层的泥螺-日本大眼蟹(*Macrophthalmus japonicus*)-蛤类群落和低潮区的安瓦海葵(*Synanwaria* sp.)群落,在整个调查期间内没有明显改变。

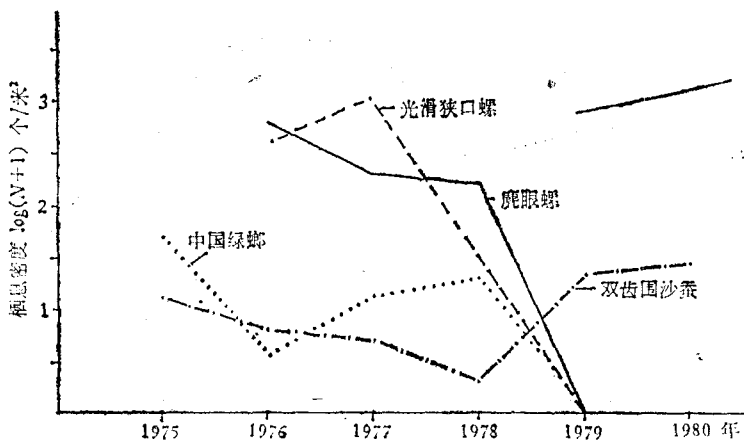


图10 断面D中潮区上层群落优势种的变化(1975—1980年)

fig. 10 variation of dominant species of community at the upper middle tidal zone of transect D(1975—1980)

4. 断面E

该断面自高潮区至低潮区有着 4 个底栖动物群落。高潮区为疣吻沙蚕-弹涂鱼 (*Periophthalmus catonensis*) -蟹类群落; 中潮区上层是中蚓虫-中国绿螂-绯拟沼螺 (*Assiminea latericea*) 群落; 中潮区中层为泥螺-宽身大眼蟹-蛤类群落 (中潮区下层是上、下两群落的交替带); 低潮区系焦河蓝蛤-四角蛤蜊群落。这 4 个群落在整个调查期间内均保持相对稳定, 尽管数量有所增减, 但优势种历年基本不变。

四、讨 论

综上所述, 本调查区的底栖动物群落结构自总厂投产后有不同程度的变化, 综合比较, 以断面A变化最大; 断面B、C、D次之; 断面E变化较小。其主要原因讨论于下:

1. 根据前言提及, 调查区内水体的 COD、BOD₅和 NH₄-N 等, 于总厂投产后有明显提高, 如: COD 和 NH₄-N 的含量, 1976年7月分别只有 1.96—3.75 毫克/升和 3—12 微克/升, 而1979年9月则分别达 3.10—9.50 毫克/升和 22—106 微克/升; 底质沉积物的石油烃、硫化物和有机质也呈现逐年增多的趋势。加之由于填海建厂, 个别断面的地形、底质粒度和组份发生某些变化, 因此, 其底栖动物群落结构的变化, 是环境诸因素综合作用的结果。

2. 根据具体情况具体分析, 我们认为: 导致各断面群落结构变化的主要原因有所不同。其中, 断面A主要是因1976年底至1979年初在其西侧近百米处筑堤填海 (堤岸直伸至低潮区), 改变了地形、减缓了潮流速度, 施工过程泥沙流失、淤积、造成生物窒息死亡或迁移所致。调查中常可发现一层黄泥覆盖 (可产生氧化层)、生物取样时发现有许多帚虫和多毛类空管道, 可为佐证。其余4条断面主要则与不同程度的有机污染有关, 依据是: (1) 在种类组成中, 该 4 条断面的多毛类编组比率于总厂投产后明显上升, 1979—1980年间, 多毛类的种类数分别占各断面种类总数的 33.3—44.4%, 比投产前增加了 10—15%; 反之, 对污染较敏感的甲壳动物编组比率却下降了 5—10%; (2) 多毛类的栖息密度在总栖息密度中所占比率也于总厂投产后 (特别是1979—1980年) 显著增高, 1979年断面D的多毛类栖息密度竟占总栖息密度的 63.8%, 1980年断面B、C的多毛类栖息密度也分别占总栖息密度的 52%和 63.7%; (3) 多毛类的生物量呈逐年上升趋势, 其中, 断面B、C的多毛类生物量, 1980年比1975年增加了 3—4 倍; (4) 一些耐有机污染的种类, 如中蚓虫、异蚓虫 (*Heteromastus filiformis*)、双齿围沙蚕、乳突腹钩虫 (*Scolecopsis papillosus*)、光滑狭口螺和 (*Grandidierella japonica*) 等, 相继分别在该 4 条断面出现, 甚至有些成为群落优势种; 而某些对污染较敏感的种类, 如疣吻沙蚕、四角蛤蜊、刺螯鼓虾、长足长方蟹、谭氏泥蟹、弧边招潮等, 明显减少。这些现象, 与国内外报道的底栖动物和有机污染的相关模式很相似。

3. 根据环境的历史和现状, 我们还认为, 受有机污染的 B、C、D、E 4 条断面的污染源不尽相同。断面B主要受第 2 泵站抽排的废水的影响 (废水成分有未经处理的工厂清废水、生活污水、冷却水和部分只经初级处理的工业废水)。断面C主要来自于污水处理厂排放的大量经二级生化处理的工业废水的作用。断面D、E 虽也有可能受上述两方面污水扩散的影响, 但其更直接的因素看来还是与它们所处的历史环境有关, 1975年的背景调查, 我们已发现该两断面潮间带上部存在着有机污染迹象, 如双齿围沙蚕、光滑狭口螺、中蚓虫等, 分别有相当数量。其中, 乍浦镇居民的生活排污、湾内的渔船泊地、水产收购站、水产加工

厂、拆船厂等的废水排放,显然对湾内的断面D的环境质量早有影响,而1976年后,陈山输油码头的建成输油,可能也带来一定影响;至于柘林盐场附近的断面E,其高潮区和中潮区上层分别长有十分茂盛的芦苇和海三稜蘆草,它们每年的落叶、死亡、腐败,显然也是有机质的丰富来源,但自总厂投产后,本断面的底栖动物群落结构变化不明显,通常只表现在优势种群的数量变动上。

4. 根据4条受污断面底栖动物群落的变化主要是在高潮区和中潮区上层的这一事实,可以认为:目前该4条断面的受污范围主要在潮间带上部。由于这部分潮间带的底质沉积物颗粒较细、含泥量较高,对有害物质的吸附能力较强;且因该段潮间带地势不平坦、坑洼多、潮流缓,污水易于滞留而不易扩散。故这种局部受污现象是可以理解的。然而,也应指出,从各方面综合来看,至目前为止,该调查区范围内,污染程度尚不严重。

参 考 文 献

- 林双淡、张水浸等 1984 杭州湾北岸软相潮间带底栖动物群落的分析。海洋学报 6(2):235—243。
陈宽智、李泽冬等 1983 沧口区海滩环境污染对大型底栖无脊椎动物生态学影响的初步研究。山东海洋学院学报 13(4):38—46。
贾树林、王淑华等 1982 排污对锦州湾大型底栖动物生态的影响。海洋环境科学1(2):79—87
蔡尔西、林双淡等 1980 杭州湾北岸潮间带生态学研究, I. 软相底栖动物群落调查。海洋学报 2(4):122—130。
北森良之介 1971 底质と底生动物—污染指标とにの底生动物。Ocean Age 3(12):16—19
Heck, K. L. 1976 Community structure and the effects of pollution in sea Grass Meadows and adjacent Habitats. *Mar. Biol.* 35:345—358。
Johns, G., 1976 The fauna of the polluted river Tees estuary. *Estuar. Coast. Mar. Sci.* 4:653—676。
Pearson, T. H. 1975 The benthic ecology of Loch Linnhe and Loch Eil, a sea Loch system on the west coast Scotland. IV. Changes in the benthic fauna attributable to organic enrichment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 20:1—41。
Pearson, T. H. 1982 The Loch Eil project: assessment and synthesis with discussion of certain biological questions arising from a study of the organic pollution sediments. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 57:93—123。
Susan, E. K., 1976 Quest for an index of community structure sensitive to water pollution. *Environ. Pollut.* 11:269—289。

ECOLOGY OF INTERTIDAL ZONE ALONG NORTHERN
COAST OF HANGZHOU WAN
II. VARIATIONS OF BENTHIC FAUNAL COMMUNITY
IN SOFT-BOTTOM

Zhang Shuijin Lin Shuangdan Jiang Jinxiang Wu Qiquan Zheng Fengwu
Cai Erxi Xu Huizhou Liu Quanshun Li Rongguan He Minghai

(Third Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography, Xiamen)

Effect of the operation of the Shanghai Petroleum Industry Combine, which was started in 1977, on the adjacent soft-bottom intertidal zone has been analyzed, basing on data obtained from six years of ecological surveys(1975—1980) over five transects, A—E(fig.1). Changes in community structure of benthic fauna were very obvious. These changes were brought about by the complex effect of water and bottom soil quality and topographic changes. Transect A was related largely to the construction of a dam nearby and siltation, while the other four transects were, on the whole, related to organic pollution in different degrees.