

# 杭州湾海岸带地质环境问题与环杭州湾产业带的发展

魏 源 陈忠大 顾明光

(浙江省地质调查院, 浙江杭州 311203)

摘要: 为策应浙江省政府提出的“构建环杭州湾产业带, 打造长江三角洲‘金南翼’的重大发展战略”, 在描述了杭州湾第四纪地质地貌特征的基础上, 对杭州湾存在的环境地质问题及其资源环境特点进行了具体分析, 最后提出了构建环杭州湾产业带应该注意的事项。

关键词: 海岸带 地质环境 产业带 发展 杭州湾

浙江省政府于 2003 年 5 月提出: 构建环杭州湾产业带, 打造长江三角洲“金南翼”的重大发展战略, 使环杭州湾地区真正成为浙江省先进制造业基地的聚集区, 成为长江三角洲极具活力的现代化城市群, 走出一条具有时代特征、杭州特色、产业特点的新型工业化道路。

环杭州湾产业带的建设可能面临种种诸如地质自然条件、自然与人为诱发地质灾害等制约或威胁, 需要在全面、系统的区域(三维)地质结构和地质环境质量与容量调查研究的基础上, 统筹规划, 分片建设, 力求空间资源利用最优, 安全保障最好。

本文仅就杭州湾海岸带所存在的地质环境问题对环杭州湾产业带建设的影响展开一些讨论。

## 一、杭州湾海岸带第四纪地质地貌特征

### (一) 第四纪地层

第四纪沉积物以厚度变化大、沉积类型复杂多样、岩相变化剧烈, 岩性组合复杂为其主要特点。

#### 1. 嘉兴组 (N-Q<sub>pj</sub>)

仅见于钻孔, 岩性以砾石、砂砾石、中细砂为主, 局部有含砾亚粘土或含砾亚砂土, 顶部往往见硬塑亚粘土。底部不整合于基岩之上, 底板埋藏深度在 156~318 米, 厚度横向变化较大, 为 6~148 米。

#### 2. 前港组 (Q<sub>pq</sub>)

为钻孔所揭露, 底部以古土壤层与嘉兴组分开。下部以中细砂、粉细砂为主, 含较多的钙泥质结核, 顶层为硬塑亚粘土, 含铁锰质结核。上部由亚粘土、亚砂土、中细砂相间构成两个上细下粗的沉积韵律。底板埋深 91~232 米, 厚度 5~102 米, 具

西南薄、东北厚的表现特征。

### 3. 东浦组 (Qpd)

底部由亚粘土或粘土、亚砂土或粉砂组成数个上细下粗的沉积韵律；下部为粉砂或亚砂土，局部为粉砂与亚粘土互层，单层厚度数毫米至几十厘米，含钙质结核；中部主要由砂砾石、亚砂土组成；顶部为粘土或亚粘土，含铁锰质结核和有机质，可塑～硬塑，含铁锰质结核、钙质结核。

### 4. 宁波组 (Qpn)

下部为灰—深灰色亚粘土，可塑。中部为灰色粉细砂、亚砂土、亚粘土组成，含钙质及有机质。上部以灰黄、灰绿色河湖相亚粘土、粘土为主，硬塑，含铁锰质结核。底板埋深 6～85 米，厚度 0～49 米。

### 5. 河姆渡组 (Qhh)

包括跨湖桥、河姆渡、马家浜、松泽及良渚等 5 个文化层及其以下的全新世沉积地层，时限为 10000～4300aBP。各地的河姆渡组其文化层及岩性组合并不一样，但其文化层是为显著标志。

### 6. 镇海组 (Qhzh)

广泛发育，构成现今之平原表部。下部以淤泥质亚粘土、粘土为主，呈流塑～软塑状，局部夹粉砂透镜体。上部成因类型复杂，地势低洼处一般以泻湖相、湖沼相的亚粘土、粘土为主，形成湖沼水网平原；河口地区以亚砂土、粉砂为主，微层理发育，形成河口冲海积平原；滨海平原区以海积、冲海积粉砂、亚砂土为主，薄层理十分发育。

## (二)地貌

### 1. 海岸

沿海滨平原发育，岸线或平直或弧形，岸带宽窄不一。

杭州湾北岸为侵蚀岸段，长期遭受侵蚀，岸线多呈弧形内凹形态。岸前潮滩一般不发育，仅在内凹处可见，且宽窄不一，窄处仅 200m，左右最宽为乍浦～海盐段，可达 2km。由于潮流作用，沿岸分布深水槽——涨潮槽或落潮槽，水深达 5m 以上，其中金山深槽可达 30～50m，建有乍浦和金山卫码头。总体为平原海岸，局部是基岩海岸。

杭州湾南岸为淤涨岸段，岸线呈弧形或平直展布，突出部位多呈舌状向海延伸，为平原海岸。该岸段大多已被围垦。未被围垦岸段，岸前潮滩发育，一般潮滩宽 2~6km。不同岸段的淤涨速度不一，以慈溪市北部的庵东平原淤涨速度最快，长约 40km 的岸段以每年约 53m 的速度向北往杭州湾海域推进。

## 2. 潮间带

潮间带系指高潮位与低潮位之间的地带，主要由潮滩和潮沟构成，俗称海滩。潮滩根据与不同潮位之关系可分为高潮滩、中潮滩和低潮滩。

本区主要为泥沙质潮滩，以杭州湾南岸为代表。杭州湾南岸潮滩发育，潮滩宽广，一般可达 2~6km，最宽处达 10km，滩坡以 0.5~1‰ 的坡度向外伸展。主要组成以粉砂为主，约占 75~97%；粘土次之。潮滩上潮沟发育，潮沟多呈树枝状。高潮滩上常见耐盐植物生长。

杭州湾北岸潮滩发育差，潮滩狭窄，滩坡以 3~5‰ 的坡度向外伸展，潮滩上发育草滩、潮水沟。

## 3. 构造侵蚀地貌

主要有岛屿和陆屿两类。

岛屿分布于杭州湾中轴线以北之海域中，主要有父子山、白塔山、彩旗山、大孟山、外浦山、乌龟山、大金山、小金山、上王盘山和小王盘山等 18 个，呈北东向展布，面积均小于 0.5km<sup>2</sup>，小者不到 0.1km<sup>2</sup>。基岩为晚侏罗世酸性火山碎屑岩和花岗质潜火山岩。

陆屿突兀在海积平原之上的基岩孤丘，大小不一，最大 0.35km<sup>2</sup>，小者不到 0.1km<sup>2</sup>。海拔标高最高达 420 余米，最低不足 10 米。岩性主要为中生代火山岩、潜火山岩、沉积岩等组成，发育海蚀剥蚀面和海蚀穴等海蚀地貌标志。

## 4. 堆积地貌

主要有海积平原和冲、海积平原两类。

(1) 海积平原包括古砂低岗地、平缓低岗地和海积（低）平原三部分。

a、古砂低岗地呈舌状展布，标高比周邻高 0.5~1.5m，岩性以粉砂为主，粘土次之，含少量细砂；b、平缓低岗地呈北东向展布，以不规则的长条体和近圆状小孤包

凸起组合为特征, 标高比周侧高 1~2m, 岩性以粉砂、粘土为主, 具韵律性; c、海积(低)平原在杭州湾两岸均有分布, 宽 4~30km, 以地形起伏小为特征, 海拔 4~5m, 岩性为粉土质轻亚粘土、亚粘土, 含盐量较高。

(2) 冲、海积平原发育于钱塘江南岸, 具河流和海洋的双重作用特征。位于余姚姚江流域一带的冲、海积平原, 与钱塘江流域的海积平原连成一片, 成为其一部分, 岩性以粉土质亚砂土为主, 夹粉土质亚粘土; 位于钱塘江和曹娥江口的萧山四工段~十二工段~上虞沥海以北的冲、海积平原, 呈狭长“S”条带状沿江和杭州湾展布, 地势低平, 由粉土质亚砂土或粉土质亚粘土组成。

## 二、杭州湾海岸带的地质环境问题及其环境资源特点

### (一) 主要地质环境问题

#### 1. 淡水资源的短缺

浙江水资源不足, 人均占有量 ( $2004\text{m}^3$ ) 低于全国平均水平 ( $2400\text{m}^3$ ), 且时空分布很不平衡, 80%的水资源分布在山区, 而经济发达、人口集中的平原和滨海地区不到 20%。杭州湾地区属严重缺水地区, 而且水环境脆弱, 水污染已呈区域性、流域性趋势。例如: 杭嘉湖平原地区 86.5%以上的地表水为不能饮用的 III~劣 V 类水, 45.5%以上属 V 类和劣 V 类水; 宁绍平原的姚江、甬江的主要河段水质也为 IV~劣 V 类水。

地下水主要有沿海平原孔隙潜水和孔隙承压水两类。沿海平原孔隙潜水富水性差, 单井出水量一般  $<10\text{m}^3/\text{d}$ , 仅可作为居民分散性用水。孔隙承压水单井出水量 1000—3000  $\text{m}^3/\text{d}$ , 非古河道主流单井出水量 100—500  $\text{m}^3/\text{d}$ , 含水层属“封闭型”, 开采时主要消耗弹性储存量, 集中开采地段会形成区域性地下水位降落漏斗, 并引起地面沉降灾害。

由于水资源不足和水环境污染, 引发一系列水环境问题。污水灌溉农田, 成为农产品一个污染源。“污水围城”, 不仅成为滋养传染病的隐藏土壤, 也迫使生活和工业用水依靠地下水源, 从而导致对地下水无序、无度、过量开采, 造成地下水位下降, 地面发生严重沉降。这不仅影响这些地区人民的生活和身体健康, 而且严重制约当地经济和社会的发展。

水资源紧缺已成为困扰杭州湾地区工农业发展的主要问题之一。

## 2. 海岸带的冲蚀与淤积

杭州湾以强劲钱江涌潮闻名于世，最高潮位 8.99m，浪涛壁立、雄伟壮观，对岸滩具有强大的冲刷力，加之台风增水侵袭及杭州湾河槽强烈摆动，北岸岸滩曾一直处于冲刷状态，自从全线筑石质江堤和河槽整治后，目前已趋基本稳定，但南岸曹娥江口以东至慈溪西三岸段由于海潮作用，常引起大冲大淤，固岸难度甚大，一些地段一直处于危险之中。而自慈溪西三至附海段，从钱塘江主槽改北行以来，迄今 240 余年间，平均每年以 40m 左右速度向杭州湾推进，涨速非常之快。此外，还由于海岸工程的修建，改变了潮汐特性，外港部分发生了不同程度的淤积，对海港的航运和经济发展、沿岸地区的排涝和城市防洪带来了一系列问题。

近几十年来，杭州湾两岸的侵蚀与淤积还持续发生于不同的岸段或在同岸段上交替进行。每到夏秋之交强台风侵袭，加剧了海潮对杭州湾岸线的侵蚀作用。未来，杭州湾北坍南淤的总趋势仍将存在。

## 3. 近岸海域的环境污染

近岸海域环境水质污染严重，绝大部分环境功能区未能达到水质保护目标要求，污染程度位于全国沿海省（市、自治区）的第二位。海水中活性磷酸盐、无机氮超标严重。受其影响，近岸海域海水水质四类和劣四类的占 70.7%。重金属，尤其是铅、锌超标较普遍，局部海域汞、铜和溶解氧有超标现象。杭州湾海域化学需氧量超标率较高，受沿海河流和港口污水及养殖业废弃物的影响，海水普遍受到无机氮、活性磷酸盐的超标影响，已无一、二类水质。

受污染影响，近岸海域粪大肠菌群数量呈上升趋势；浮游生物生物量略有下降，种类及群落结构变化不大；底栖生物生存环境仍较差，特别是港湾及排污口附近海区生物量低，种类贫乏。赤潮发生较频繁。2004 年 5 月初，舟山海域就发生了规模很大的赤潮，赤潮面积超过 800km<sup>2</sup>，持续时间长达一个来月，主要藻类是东海的盐甲藻。

## 4. 风暴潮灾害

风暴潮是指由剧烈的大气扰动，如强风和气压骤变导致的海水位异常升高。如果恰逢天文大潮高潮时刻，两者的效应叠加起来，就会形成特大增水，造成水位暴涨而成灾。它是本区发生频率最高、危害极大的自然灾害，是沿岸地带经济建设中的重要

灾害之一。据地方志记载，钱塘江流域和杭州湾自宋代以来有据可考且造成堤毁房淹人亡的灾害记录就达 136 次以上，给本区人民生命财产安全构成重大威胁，给国民经济建设和社会发展带来严重破坏和损失。

风暴潮灾害程度与滨海平原特定的地理地质环境有关。低缓向海倾的地貌和缓慢持续的构造沉降作用，第四系松软沉积物的固结作用，加之大量抽取地下水引起地面沉降，使地面高程不断损失是滨海平原易受风暴潮侵袭的地质背景。

## **5. 地面沉降**

环杭州湾地区淤泥质土分布范围广泛。软土以含水量高、高压缩性、高触变性为主要特征，极易造成地基大量沉陷、不均匀沉降和滑塌，导致建筑变形、倒塌、边坡失稳等不良工程地质现象的发生，危及城镇安全。杭嘉湖沿海平原因过量开采地下水引起了局部区域地面沉降，以嘉兴一带地面沉降最为严重，截止 2002 年，嘉兴城区均在 400mm 沉降范围内，最大累计沉降量达到 841.6mm。地面累计沉降量超过 200mm 的面积达 803km<sup>2</sup>，超过 100mm 的面积在 2500km<sup>2</sup> 以上，涵盖嘉兴全市和湖州、杭州部分地区，以致与苏州、上海沉降区相连，形成一个特大型漏斗，对长江三角洲地区的经济建设和社会发展带来了严重危害。目前，许多地区的地面年沉降速率仍在 20mm 以上，桐乡屠甸镇、平湖城关镇等地的年沉降速率超过 50mm。严重的地面沉降，使洪涝灾害加重，地面高程失真，农田渍害、水体污染加剧，土地毁损，对土地利用、城市规划、工程建设、环境保护等造成了严重影响，已成为阻碍区域经济社会发展的一大地质灾害，并因此付出了沉重代价。

## **6. 地壳区域稳定性**

杭州湾地区活动性断裂表现为老断裂的复活，北东向的球川～萧山弱活动性断裂、丽水～余姚弱活动性断裂、温州～镇海弱活动性断裂、浙东海域活动性断裂及东西向的昌化～普陀弱活动性断裂、湖州～嘉善弱活动性断裂齐集于此。历史上，破坏性地震发生过五次：929 年杭州 5 级地震，1523 年镇海 4.75 级地震，1678 年海盐 4.75 级地震，1856 年富阳 4.75 级地震，1867 年盐官 4.75 级地震。本区属区域地壳基本稳定区，是浙江省地震基本烈度六度主要分布区和唯一的七度区。因此，地壳区域稳定性的监测与研究不容忽视。

## **7. 固体废弃物的填埋处理**

随着经济建设的快速发展，产生了大量的工业固体废物、生活固体废物、医疗固体废物。目前，固体废弃物综合利用能力薄弱，一些小城镇生活垃圾无公害处理设施建设滞后，废物处理已成为一个非常严重的问题。除了医疗固体废物基本实现无害化处置外，大量的工业固体废物、生活固体废物处理仍以卫生填埋方式为主，如果场地选择不好，极易引起周边地下水资源污染。此外，该平原地区人均土地资源本来就少，更缺少适宜的地质、地貌条件可供作卫生填埋场地选址，卫生填埋场地紧缺问题尤为突出。

随着环杭州湾产业带的建设与推进，环杭州湾的企业、人口都将高密度集中，使得固体废弃物的处理处置问题进一步凸现。

## **8. 频繁发生海水倒灌与咸潮入侵**

随着海平面的上升，频繁发生的海水倒灌与咸潮入侵使沿岸地区盐碱化面积进一步扩大，水质恶化，淡水体缩小乃至消失，如萧山沿浦淡水体已消失，杭州祥符桥—三墩淡水体 1970—1983 年间缩小  $3.84\text{km}^2$ 。咸水入侵还会导致地下水位上升，城市供水咸化，生态环境和资源遭到破坏。

## **9. 海平面上升**

研究表明，全球海平面上升速率为  $3.9\text{mm/a}$ 。2004 年 1 月底，国家海洋局发布的《2003 年中国海平面公报》也显示，中国沿海海平面多年来一直呈波动上升趋势，到 2003 年，平均上升速率为  $2.5\text{mm/a}$ 。杭州湾附近的海平面也正处于上升期，根据国家海洋局坎门海洋环境监测站的观测：浙江沿海海平面逐年上升，上升速率为  $1.4—1.6\text{mm/a}$ ；这一趋势在近年有所加快，2030 年浙江省沿海海平面将上升  $130—200\text{mm}$ 。

随着海平面的上升，使沿岸低洼地区承受土地淹没、建筑物被毁等灾害。此外，风暴潮灾害和海岸侵蚀程度也有所加重。同时，还会使城市排水系统部分失灵，给环杭州湾城镇带来更大的防汛压力。海平面上升还会加剧海水倒灌与咸潮入侵的发生频率与受灾强度。

虽然海平面上升这一地质过程是缓慢的（中长期），但危害性极强。

## **（二）环境资源特点分析**

如前所述，环杭州湾地区存在一系列制约甚至危害区域经济社会发展的环境地质问题，也是我们在经济建设过程中必须予以充分重视的问题。同时，必须看到该地区也存在一些有利于区域经济社会发展的因素。

环杭州湾和东部沿海地区地势平缓，大气扩散条件好，大气环境容量资源丰富。环杭州湾地区的主体水质和海洋环境容量资源丰富，虽然平原河网和近岸海域环境质量不尽如人意，但从海洋污染成因分析，其主要污染因子为氮磷，化学需氧量也有一定程度的超标：氮超过三类标准的海域占 73%；磷超过三类标准的海域有 71.7%；化学需氧量超过三类标准的海域仅为 4.9%。这意味着相对于氮磷而言，化学需氧量仍有一定的弹性空间。

综合的讲，杭州湾两岸的环境容量资源丰富、利用空间大，具体表现在：多宜性开发滩涂资源丰富，湿地面积广大，既是“海洋的肺”，可以净化环境，又是潜在的土地资源；港口航道资源丰富，有较多的具有深水条件和深水航道的天然港口和锚地，长达 120 公里的杭州湾岸线，约 40 公里的岸线可建深水港；具开发价值的洁净自然资源丰富，有潮汐能、风能等可供开发；主体水质与大气环境容量资源丰富；一批电厂、能源、原材料及交通等基础设施业已建成；同时，该区还具备借用海洋环境资源容量的最大便利。

### 三、构建环杭州湾产业带应注意的事项

#### （一）产业带的基本构架和发展重点

在进行环杭州产业带建设时，要强化以城市为中心的区域发展模式，促进人口和产业合理有序地向环杭州湾地区集聚，增强城镇的集聚力和带动力。按照统筹城乡经济社会发展的要求，促进农村工业向城镇工业园区集中、农业劳动力向非农产业转移、农村人口向城镇集聚，推动城乡之间各种生产要素的合理流动和优化配置。把中心镇、中心村作为农村建设的重点，增强农村接受城市辐射的能力。

基本构架是：按照接轨上海、融入长三角和参与国际竞争与合作的要求，着力构筑环杭州湾大产业带。结合城市化进程和各类园区建设，进一步提升块状经济，形成一批优势明显的产业集群。在加快改造提升传统优势产业的同时，大力发展高技术产业，积极发展沿海临港重化工产业，努力培育发展装备制造业，实现产业结构的战略性调



整。

发展重点是：充分发挥区位优势，统筹规划、基础先行、科学布局、滚动发展，形成整体优势。抓住大项目，培育大企业，发展大产业，构筑产业集聚新区，形成接轨上海，扩大对外开放，打造先进制造业基地的大载体、大平台。加快高技术及临港重化工产业发展，规划建设一批制造业产业新区。积极发展沿海临港重化工产业，大石化产业。依托化纤和塑料大省的市场优势和临港区位优势，建设 PX、PTA、EG、ABS、PVC、PS 等大型石化项目，加快实施大乙烯项目。

## （二）注意事项

根据前面所分析的环境资源特点，在环杭州湾和沿海发展环境容量资源依赖型工业，具有明显的比较优势。浙江省工业、制造业可以在该区有更大的发展。可以预期，由于环杭州湾地区得天独厚的区位优势和环境容量优势，该区将在浙江省的生产力布局调整、产业布局优化过程中发挥更大的作用。

然而，在进行环杭州湾产业带建设时，我们必须正确处理区域经济发展与生态功能区划的关系。区域经济发展必须考虑区域生态功能，遵循生态功能区划所反映的生态规律，促进区域经济社会与人口、资源、环境协调发展。

因此，在具体规划产业带的建设时，需要充分考虑产业带规划区的地质资源、地质环境及其对产业带发展与人类健康的影响，保障以资源最合理利用，环境最小化损害的建设方式把环杭州湾产业带建设好。在规划产业带的发展方向和产业带建设时，也需要客观认识规划区的水文地质、工程地质和环境地质特征及其演化规律，以便在建设过程中合理地适应和利用这些水文地质条件、工程地质条件和环境地质条件，并予以酌情改造和治理。同时也为产业带建设用地选择、沿海湾两岸防灾设施建设以及未来地域扩张、布局和形态结构规划、发展提供基础资料。

根据前面分析描述的产业带规划区所存在的环境地质问题及其资源环境特点，环杭州湾产业带在建设过程当中，需要注意以下一些问题：

- 1、要充分认识到持续的海平面上升对未来产业带的危害性，从建设初期开始就要重视这个问题，在建筑物建设设计时，就要预留出一定的基础高程，以便在将来海平面上升到最高极限时，产业带的各类建筑物还能保持一定优势的基础高程，避免未

来产业带被淹的危险。

2、做好产业带规划区的基础地质调查工作，查清规划区的水文地质、工程地质和环境地质特征及其演化规律，为大规模的建筑群选址和各类地质灾害的规避，最大限度地降低灾害风险，提供基础性的科学依据。

3、由于规划区内淡水资源缺乏，耗用淡水资源量大的企业不易进驻产业区。而那些可以利用海水，并且是高耗水的企业却应该成规模进驻。

4、严格禁止氮磷污染严重的企业进入产业区，以免加剧杭州湾业已严重的氮磷污染。由于相对于氮磷而言，杭州湾化学需氧量仍有一定的弹性空间，产生该类污染的企业可以适当进入产业区，但必须加强工业污水的综合处理力度，尽可能地把污染降低到最低限度。

5、由于产业区缺少适宜的地质、地貌条件供作卫生填埋场地选址，卫生填埋场地紧缺问题十分突出。从建设初期开始就要重视将大量产生的工业固体废物、生活固体废物综合处理问题。

#### 参 考 文 献

- [1] 浙江省地质矿产研究所. 浙江省环境地质调查与评价. 1993
- [2] 浙江省水利厅, 浙江省国土资源厅. 浙江省地下水资源调查评价与开发利用规划 2001
- [3] 浙江省水文地质工程地质大队. 浙江省工程地质图及说明书 1978
- [4] 浙江省水文地质工程地质大队. 浙江省水文地质图及说明书 1978
- [5] 浙江省地质矿产局. 上海经济区浙江省域经济地质概要 1984
- [6] 浙江省地质调查院 1: 25 万杭州市幅区域地质调查报告 2003
- [7] 国家海洋局 2003 年中国海平面公告 2004
- [8] 寿嘉华. 国土资源知识 800 问. 北京: 地质出版社 1999
- [9] 浙江省环境保护局. 浙江省 2003 年环境公告. 2004
- [10] 浙江省人民政府. 浙江省海洋环境保护条例. 2004
- [11] 浙江省人民政府. 浙江生态省建设规划纲要. 2003
- [12] 浙江省人民政府. 浙江省先进制造业基地建设规划纲要. 2003

#### Geo-environment Problem in Coastal Hangzhou Bay and the Industrial Development Zone in Circum-Hangzhou Bay

Abstract: In order to construct the “golden southern wing” of Yangtze Delta which is the major development strategy proposed by government of Zhejiang province, the present geo-environment problem and the resource-environment characteristic in Circum-Hangzhou Bay are practical analyzed on the basis of described the quaternary geology and geomorphology characteristic, finally main point that should be considered in constructing industrial development zone in Circum-Hangzhou Bay are proposed.

Key words: Costal zone; Geo-enviroment; Industrial development zone; development;

Hangzhou Bay