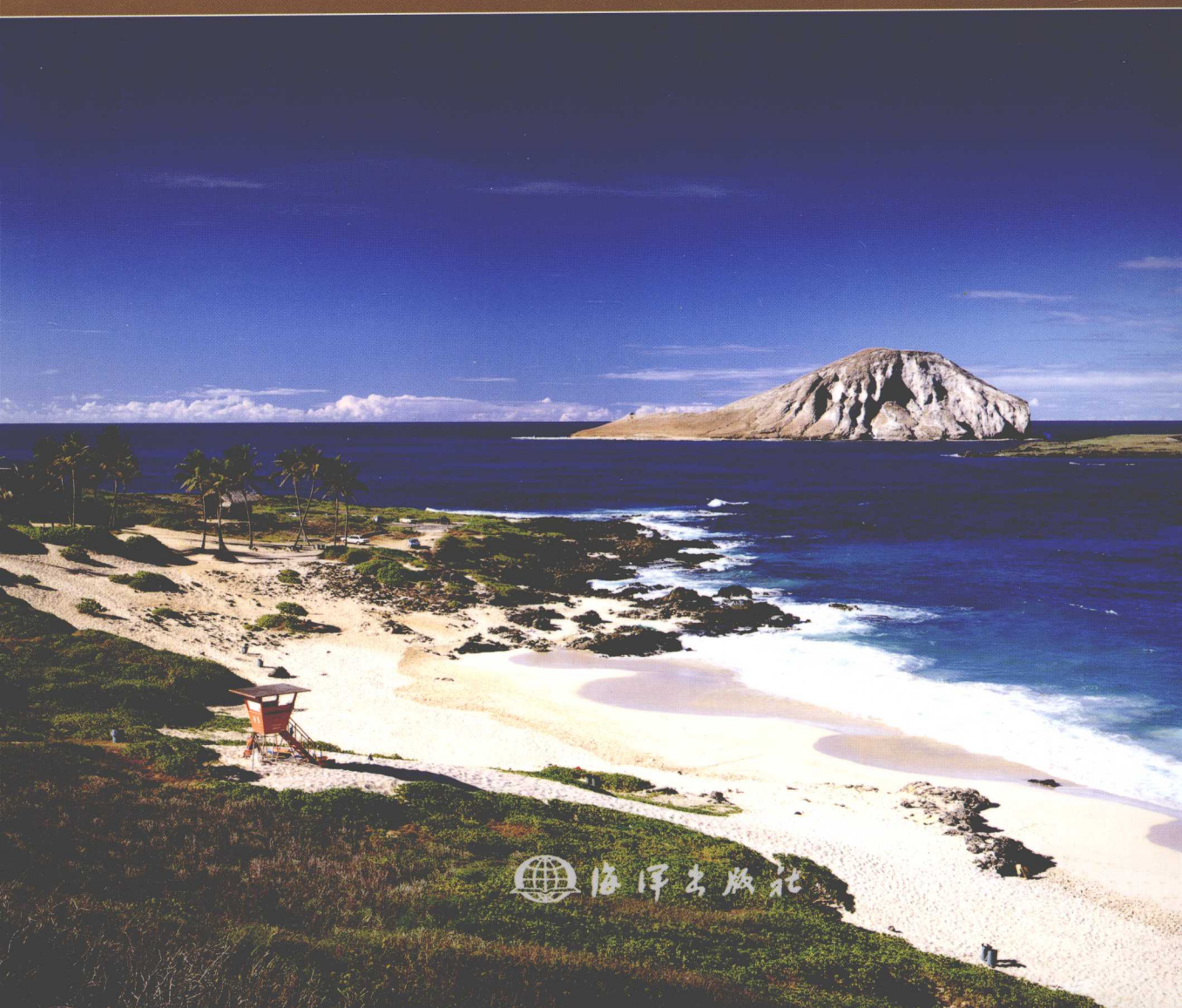


海湾生态学

(下册)

杨东方 高振会 编著



海洋出版社

海洋生态学

〔下册〕

周国良 周国良 周国良



海湾生态学

(下册)

杨东方 高振会 编著

海洋出版社

2010年·北京

《海湾生态学》(下册)编委会

主 编:杨东方 高振会

副主编:唐 伟 陈 豫 杨端阳 丁咨汝 周 燕

编 委(按姓氏笔画为序)

邓 婕 冯志纲 石 强 龙 华 孙静亚

余 骏 张友麓 杨春茹 陈生涛 郑 琳

徐焕志 郭军辉 曹 磊 黄 宏 蔡惠文

目 录

(上册)

第一篇 环境变化

第一章 国内外最新研究动态	(3)
第一节 新的研究方法	(3)
一、遥感数据技术	(3)
二、生态模型的应用	(6)
三、地理信息系统方法	(19)
四、评价海湾污染的方法	(20)
第二节 新的研究内容	(24)
一、重金属污染研究	(24)
二、海湾地理环境	(24)
三、海底地下水的常规离子分析	(27)
四、生态系统服务	(31)
第三节 新的研究方向	(34)
一、生态系统健康评价方法	(34)
二、海洋生态模型管理系统的设计与实现	(36)
第二章 地理、地貌和水文	(47)
第一节 中国海湾地理概况	(47)
一、辽东湾	(47)
二、大连湾	(48)
三、渤海湾	(48)
四、胶州湾	(48)
五、莱州湾	(49)
六、三门湾	(50)
七、乐清湾	(50)
八、安海湾	(50)
九、湄洲湾	(51)
十、兴化湾	(52)
十一、大亚湾	(52)

十二、深圳湾	(53)
十三、大鹏湾	(54)
十四、湛江海湾	(54)
十五、铁山港湾	(54)
十六、北海湾	(54)
十七、钦州湾	(55)
十八、三亚六道湾	(55)
十九、三亚湾	(55)
二十、福建省沿海港湾	(56)
第二节 中国海湾地貌	(56)
一、基岩海湾	(56)
二、胶州湾地貌	(64)
三、辽东湾地貌	(67)
四、岬间海湾地貌	(68)
五、潮汐汉道	(72)
第三节 海湾水文要素	(73)
一、杭州湾	(73)
二、胶州湾	(80)
第三章 水动力变化	(86)
第一节 海湾水动力类型研究	(86)
第二节 胶州湾	(87)
一、海流变化	(87)
二、波浪变化	(89)
三、海水营养盐要素分布	(91)
四、陆域形成对水动力的影响	(94)
五、胶州湾混合结构特征	(94)
六、副振动与泥沙运动	(95)
七、入海污染物总量控制	(98)
第三节 渤海湾	(102)
第四节 莱州湾	(107)
第五节 大连湾	(108)
第六节 海州湾	(110)
第七节 杭州湾	(112)
第八节 大鹏湾	(115)
第九节 大亚湾	(117)
第十节 乐清湾	(119)
第十一节 温州湾	(119)
第十二节 厦门湾	(121)
第十三节 北部湾	(123)

第十四节 广西沿海海湾	(130)
第十五节 潮流与泥沙数值模拟回顾及进展	(135)
一、一维河道潮流数值模拟	(136)
二、二维潮流数值模拟	(136)
三、三维潮流数值模拟	(139)
四、定解条件和边界处理	(140)
五、水沙数学模型	(141)
六、潮流、泥沙数值模拟发展展望	(142)
第十六节 净化能力	(143)
第十七节 填海工程的水动力	(147)
一、填海工程对海湾环境的影响	(147)
二、填海工程的水动力模型	(148)
三、罗源湾水动力数学模型	(148)
四、湛江湾填海工程水动力模型	(151)
第四章 海湾环境变化	(158)
第一节 重金属污染	(159)
一、重金属污染的特点	(159)
二、重金属污染的来源	(162)
三、重金属污染的危害	(164)
四、影响重金属积累的因素	(165)
五、海湾重金属污染分析及其评价	(167)
第二节 石油污染	(232)
一、中国近海石油污染现状	(233)
二、海洋中石油存在的形式及其对海洋环境的影响	(234)
三、石油污染的生态危害	(237)
四、中国海湾石油污染	(238)
五、石油污染的防治措施	(242)
第三节 有机氯农药(OCPs)及其污染概况	(246)
一、有机氯农药(OCPs)概述	(246)
二、中国海湾有机氯农药(OCPs)污染	(247)
第四节 多环芳烃(PAHs)及其污染概况	(266)
一、多环芳烃(PAHs)概述	(266)
二、中国海湾多环芳烃污染	(268)
第五节 中国海湾的其他环境污染	(281)
一、广西北海湾的有机污染	(281)
二、胶州湾红岛海域现状	(284)
三、莱州湾水资源变化	(286)
四、海水入侵和土壤盐渍化	(289)
第六节 海湾生态系统的环境保护	(290)

(下 册)

第二篇 生物变化

第五章 浮游植物	(305)
第一节 浮游植物的种类及分布	(305)
一、种类	(305)
二、浮游植物种类的分布	(306)
第二节 浮游植物的时空分布	(317)
一、浮游植物细胞总量的平面分布	(317)
二、浮游植物多样性的平面分布特征	(323)
三、浮游植物丰度的季节变化和平面分布特征	(337)
四、浮游植物种数平面分布	(339)
第三节 浮游植物分布的季节变化	(341)
第四节 浮游植物群落组成特征及优势种	(345)
第五节 浮游植物与环境因子的关系	(358)
第六章 浮游动物	(377)
第一节 浮游动物的概述	(377)
一、原生动物	(377)
二、浮游甲壳动物	(377)
三、水母类和栉水母类	(378)
四、毛颚动物	(378)
五、被囊动物有尾类	(378)
第二节 中国海湾的浮游动物	(378)
一、渤海湾浮游动物	(378)
二、深圳湾浮游动物	(379)
三、深沪湾浮游动物	(379)
四、粤东柘林湾浮游动物	(380)
五、台湾南湾浮游动物	(381)
六、浙江象山港浮游动物	(381)
七、胶州湾浮游动物	(382)
八、三亚湾浮游动物	(383)
九、杭州湾浮游动物	(384)
十、乐清湾浮游动物	(385)
十一、珠江口清湾浮游动物	(386)
十二、三门湾浮游动物	(387)
十三、同安湾浮游动物	(390)

十四、大港湾浮游动物	(392)
十五、大亚湾海域浮游动物	(394)
十六、锦州湾夏季浮游动物	(395)
十七、旧镇湾浮游动物	(398)
十八、三沙湾浮游动物	(400)
十九、海州湾浮游动物	(401)
二十、渤海湾天津附近海域的浮游动物	(403)
二十一、渤海湾秦皇岛近海浮游动物	(405)
二十二、海州湾连云港附近海域浮游动物	(406)
二十三、锦州湾夏季浮游动物	(408)
二十四、三都湾生态监控区近海部分浮游动物	(409)
二十五、福清湾及附近海海域浮游动物	(411)
二十六、大连湾附近小长山岛海区浮游动物	(412)
二十七、同安湾浮游动物	(413)
二十八、大连星海湾浮游动物	(414)
二十九、勤得利湾浮游动物	(415)
第七章 底栖生物	(421)
第一节 种类组成	(421)
一、大型底栖生物的组成	(421)
二、小型底栖生物的组成	(431)
第二节 多样性的分布、变化及优势种	(434)
一、大型底栖生物	(434)
二、小型底栖生物	(447)
第三节 底栖生物与环境因子	(449)
第八章 贝 类	(456)
第一节 种类组成与分布	(456)
一、蓬莱沿海	(456)
二、青岛沿海	(462)
三、浙江温岭石塘沿海岛屿的潮间带	(464)
四、浙江三门湾	(466)
五、台州列岛海域	(469)
六、南麂列岛海洋自然保护区潮间带	(473)
七、福建崇武潮间带	(479)
八、福建泉州湾	(479)
九、亚婆角潮间带	(485)
十、大亚湾大鹏澳潮间带	(488)
十一、澳门沿海	(492)
十二、北海涠洲岛潮间带	(494)
第九章 细 菌	(498)

第一节 细菌的水生态系统分布特征	(498)
一、大连湾和辽东湾	(498)
二、渤海湾	(499)
三、胶州湾	(501)
四、荣成湾	(501)
五、杭州湾	(502)
第二节 细菌的新陈代谢类型及在物质循环中的作用	(503)
一、细菌的营养类型	(503)
二、细菌的新陈代谢活动	(503)
第三节 细菌的时空分布及影响因素	(504)
一、大连湾和辽东湾	(504)
二、渤海湾近岸海域	(505)
三、海南岛三亚湾	(511)
四、胶州湾夏季异养浮游细菌	(516)
五、杭州湾	(520)
六、天津海域	(521)
七、黄海海域冷水团	(525)
八、桑沟湾	(529)
九、乳山湾东流区	(531)
十、南麂列岛附近海域	(535)
十一、柘林湾	(537)
第十章 游泳动物	(544)
第一节 种类组成及变化	(544)
一、黑龙江勤得利湾	(544)
二、黄、渤海沿岸海湾	(545)
三、渤海附近海湾	(547)
四、渤海湾天津水域	(548)
五、乳山湾及南部水域	(549)
六、莱州湾	(551)
七、黄河口及邻近海湾	(553)
八、山东半岛南部水域	(556)
九、我国亚热带北部河口海湾	(557)
十、东山湾	(559)
十一、西大亚湾	(560)
十二、北部湾雷州近水域	(562)
十三、英罗港红树林潮沟	(564)
第二节 生物多样性及变化	(565)
一、山东半岛南部水域	(565)
二、乳山湾及南部水域	(565)

三、莱州湾	(566)
四、我国北部河口海湾	(566)
五、西大亚湾	(567)
六、英罗港红树林潮沟	(569)
七、北部湾	(570)

第三篇 生态变化

第十一章 铁对浮游植物生长的影响	(575)
一、铁是浮游植物生长的限制因子的起源	(575)
二、铁是浮游植物生长的限制因子的证据	(576)
三、最新研究结果	(576)
四、存在的问题	(576)
第十二章 营养盐限制的判断法则和唯一性	(578)
第一节 营养盐硅限制的导论	(578)
第二节 营养盐限制的判断方法	(580)
第三节 胶州湾营养盐限制的讨论	(583)
第十三章 硅的生物地球化学过程	(586)
第一节 硅的重要作用	(586)
第二节 硅酸盐的不可逆特征	(587)
第三节 硅酸盐的归宿	(588)
一、硅藻的沉降	(588)
二、硅的迁移过程	(589)
三、硅与浮游植物的动态平衡	(590)
第四节 营养盐的再生过程	(590)
第五节 总 结	(592)
第十四章 胶州湾硅限制初级生产力的动态过程	(597)
第一节 胶州湾初级生产力的限制因子硅	(597)
一、硅酸盐与初级生产力的季节变化	(598)
二、硅酸盐与初级生产力的平面分布	(598)
三、硅酸盐与胶州湾优势种	(599)
四、动态模型的分析	(600)
五、胶州湾浮游植物的结构	(601)
第二节 胶州湾营养盐硅的生物地球化学过程	(602)
一、胶州湾硅酸盐的来源	(602)
二、胶州湾营养盐硅的转化	(602)
第三节 胶州湾硅限制初级生产力的阈值和阈值时间	(604)
一、硅限制初级生产力的阈值时间	(604)
二、硅限制初级生产力的阈值	(608)

第四节 硅对初级生产力的长期限制以及判断方法的应用	(610)
一、陆源和提供	(610)
二、光、营养盐对浮游植物生长的影响	(610)
三、Si: N 的比值、Si: 16P 的比值与浮游植物生长	(611)
四、营养盐的绝对限制法则(潜在限制)	(612)
五、营养盐的相对限制法则(潜在限制)	(613)
六、营养盐硅的限制	(614)
七、营养盐硅控制生态系统的机制	(615)
第十五章 光、水温对浮游植物生长的影响	(618)
第一节 光照对浮游植物生长的影响	(618)
第二节 水温对浮游植物生长的影响	(624)
一、浮游植物增殖能力	(624)
二、浮游植物生长	(626)
三、浮游植物的集群结构变化	(627)
第三节 浮游植物生长的单双峰型	(628)
第十六章 水温和营养盐对浮游植物生长的影响	(632)
第一节 胶州湾的浮游藻类生态现象	(632)
一、胶州湾生态现象	(632)
二、胶州湾生态现象的剖析	(634)
第二节 胶州湾水温和营养盐硅限制初级生产力的时空变化	(637)
一、研究海区概况、数据来源及序列成果	(637)
二、浮游植物生长的时间和空间变化	(638)
三、结论	(643)
第三节 胶州湾环境变化对海洋生物资源的影响	(643)
一、研究区概况	(644)
二、环境变化	(644)
三、浮游植物生态变化	(645)
四、生物资源	(645)
五、水温、营养盐硅是浮游植物生长的动力	(646)
六、人类影响环境	(646)
七、结论	(647)

第二篇 生物变化

第五章 浮游植物

浮游植物(即自养的浮游生物)不是一个分类学单位,而是一个生态学单位,它包括所有生活在水中的营浮游生活方式的微小植物,通常就指浮游藻类,而不包括细菌和其他植物。

浮游植物在大小和体积上差别显著:大型的种类肉眼可见,如团藻和微囊藻的个体常常大于1 mm;小型的种类大小不到1 μm 或比细菌还小。绝大多数浮游植物是肉眼看不见的,依据它的个体大小,可将其分为网采浮游植物(20 ~ 200 μm)、微型浮游生物(2 ~ 20 μm)和超微浮游植物(小于2 μm);亦可按其营浮游生活的性质和程度将其分为真性浮游生物、假性浮游生物和兼性浮游生物^[1]。

浮游植物是海洋生态系中重要的生产者,是食物链的基础环节,在海洋生态系的物质循环和能量转化过程中起着重要作用。为海洋中的生命活动提供了能源。其生长繁殖除主要受到自身生物学特性影响外,还受到周围环境因素如海流、扰动、温度、盐度、营养盐和其他生物因素影响。湾内无机盐含量的变化和捕食性浮游动物滤食的影响是浮游植物群落结构变化的主要因素,而浮游植物群落结构的变化往往作为一些环境变化的指标,是反映海洋环境状况的重要指标,对生态系统的健康有很好的指示作用^[2]。

第一节 浮游植物的种类及分布

一、种类

浮游植物按其分类可以分为8个门^[1]:

1. 蓝藻门(Cyanophyta)

也称蓝发藻(blue-green algae),由于蓝藻与细菌很接近,所以有许多学者将其称为蓝细菌(Cyanobacteria)。蓝藻中常见的浮游种类有微囊藻(*Microcystis*)、束丝藻(*Aphanizomenon*)、螺旋藻(*Spirulina*)、鱼腥藻(*Anabaena*)和颤藻(*Oscillatoria*)等属中的种类。

蓝藻适应性很广,各种水体都能生长,多喜生于含氮量较高,有机质较丰富的碱性水体中,一般喜较高的温度。有的种类可以在70 ~ 80℃的温泉中生长,在夏秋季节湖泊池塘蓝藻可大量繁殖,形成水华,放出毒素,造成鱼类死亡。

2. 隐藻门(Cryptophyta)

隐藻为单细胞,多数种类有鞭毛,有鞭毛的种类长椭圆形或卵形,前端较宽。具1~2大形叶状体,光合作用中除含有叶绿素a,叶绿素c,还含有藻胆藻;色素体多为黄绿色或黄褐色,也有为蓝绿色,绿色或红色,有些种类无色素体,具蛋白核或无。贮藏物质为淀粉、油滴、细胞单核,伸缩泡位于细胞前端。繁殖为细胞纵分裂。

3. 甲藻门(Pyrrophyta)

多为单细胞,丝状的极少。甲藻门是水生动物的饵料,但过量繁殖使水变红,形成赤潮,产生毒素,对鱼类等生物有害。

4. 金藻门(Chrysophyta)

多为单细胞、群体或分枝丝体。金藻类多生在透明度较大,温度较低,有机质含量低的水体中,冬季、早春和晚秋生长昌盛。

5. 黄藻门(Xanthophyta)

为单细胞,群体多核或多细胞的丝状体。细胞色素体一至多个。盘状或片状,少数为带状或杯状、黄褐色或黄绿色,贮藏物质为油滴及白糖体。

6. 硅藻门(Bacillariophyta)

单细胞及群体,有高度硅质化的细胞壁。其形态有:三角形、卵形、椭圆形和菱形等。在各种水体中都能生长,是鱼类、贝类及其他水生动物的主要饵料。

7. 裸藻门(Euglenophyta)

大多数为单细胞,细胞裸露无壁,细胞质外层特化为表质,固定或变形。色素体为黄褐色,色素主要有叶绿素 a,叶绿素 c,β 胡萝卜素等。贮藏物质为脂肪小球体。在各种水体中都能生长,是鱼类、贝类以及其他水生动物的主要饵料。

8. 绿藻门(Chlorophyta)

色素体与高等植物相似,含有叶绿素 a 和叶绿素 b,叶黄素和胡萝卜素。贮藏物质为淀粉,绿藻的贮藏细胞壁主要为纤维素,其形态多样,有单细胞、群体、丝体分枝或不分枝等多种类型。

二、浮游植物种类的分布

下面介绍中国主要海湾浮游植物种类的分布情况。

1. 勤得利湾

根据勤得利湾的地理特点,2003 年 5 月(春季),7 月(夏季),9 月(秋季)分别在库湾、敞水区、沿岸设置 I(库湾)、II(库湾与敞水过渡区)、III(沿岸)、IV(敞水区)、V(敞水区),同时,在沿岸等设置多个定性采样点。

经鉴定勤得利湾浮游植物 69 种属,以绿藻门最多,22 个种属,占 31.9%,硅藻门、蓝藻门次之,各 16 个种属,各占 23.2%,其他藻门共占 21.7%。勤得利湾浮游植物种类季节组成不同(表 5-1)。

表 5-1 勤得利湾浮游植物种类组成季节变化

时间	蓝藻	绿藻	硅藻	甲藻	隐藻	裸藻	金藻	黄藻	合计
春季	—	3	16	—	1	—	—	—	20
夏季	5	6	7	—	—	—	1	1	20
秋季	14	16	8	—	—	1	1	1	41
冬季	5	8	8	1	4	3	3	2	32
总计	16	22	16	1	4	3	3	2	69

从表 5-1 可见,勤得利湾浮游植物种类组成最多为 41 种,春季、夏季种类组成最少,均为 20 种,冬季为 32 种。绿藻门是秋季的主要组成种类,为 16 种;硅藻门为春季、夏季主要种类,分别为 16 种和 7 种,冬季绿藻门和硅藻门相同,均为 8 种。勤得利湾浮游植物种类随季节变化种类组成变化大,其中春季 20 种,以硅藻门为最多 16 种,占 80%;夏季种类没有明显变化,仍为 20 种,虽硅藻门种类下降,但仍为主要种类,有 7 种,占 35%,绿藻门种类增长为 6 种,占 30%;秋季浮游植物种类达到最大值 41 种,但硅藻门种类相对下降,为 8 种,占 19.51%,绿藻门上升为主要种类达 16 种,占 39.02%,且蓝藻门也有所上升,为 14 种,占 34.15%;冬季种类减少到 32 种,各藻门种类均占一定比例,但硅藻门、绿藻门仍然是主要种类,均为 8 种,各占 25%。可见,勤得利湾浮游植物种类组成随季节变化而变化,生物种类最高出现在秋季,最低出现在春季和夏季,而其他季节的主要种类以硅藻门和绿藻门为主^[3]。

2. 渤海湾

调查海区为渤海湾海岸带,118°E 以西区域。根据调查渤海湾海岸带生态环境要素的分布特征设立 10 个站位,其分布见图 5-1^[4]。

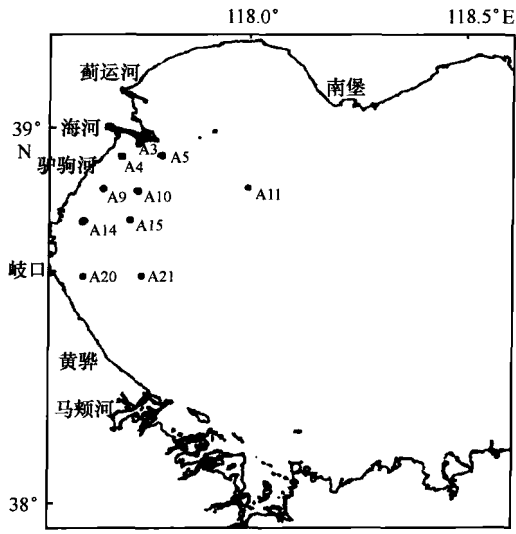


图 5-1 渤海湾取样站位分布

调查时间为 2003 年 7 月 15 日、2003 年 11 月 4 日、2004 年 2 月 29 日和 2004 年 5 月 25 日。本次调查所获浮游植物,经初步鉴定主要由硅藻和甲藻两大类组成,还有少数金藻和蓝藻,共有 34 属 60 种。其中硅藻 28 属 53 种,甲藻 4 属 5 种,金藻 1 属 1 种,蓝藻 1 属 1 种(种名录略)。渤海湾的硅藻主要为近岸广温广盐性种,其中优势种有具槽帕拉藻、中肋骨条藻、尖刺伪菱形藻、圆筛藻等,还有一些底栖硅藻也常出现,如曲舟藻、舟形藻。与历史资料相比,渤海湾耐污种数量明显增多,而角毛藻属的种类,无论从种类数和细胞量都大大低于以往的调查结果^[4]。

3. 莱州湾

2002 年 5 月至 2003 年 8 月,对莱州湾进行了 4 个航次调查,调查范围及 20 个调查站位的分布见图 5-2。