

YUEQINGWAN
HAIYANG HUANJING RONGLIANG
JI WURANWU
ZONGLIANG KONGZHI YANJIU

乐清湾 海洋环境 容量及污染物总量控制研究

主 编 / 黄秀清

副主编 / 姚炎明 王金辉 蒋晓山 石少华 陈雷



海洋出版社

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

CHICAGO, ILLINOIS 60607-7090



THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
CHICAGO, ILLINOIS 60607-7090

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

乐清湾海洋环境容量及污染物 总量控制研究

主 编 黄秀清

副主编 姚炎明 王金辉 蒋晓山 石少华 陈 雷

海洋出版社

2011 年 · 北京

图书在版编目(CIP)数据

乐清湾海洋环境容量及污染物总量控制研究/黄秀清主编.

北京:海洋出版社,2011.4

ISBN 978-7-5027-7966-5

I. ①乐… II. ①黄… III. ①海洋污染—化学污染物—
环境容量—研究报告—浙江省②海洋污染—总排污量控
—研究报告—浙江省 IV. ①X55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 028833 号

责任编辑:项翔

责任印制:刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路8号 邮编:100081

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店经销

2011年4月第1版 2011年4月第1次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:26.75

字数:570千字 定价:98.00元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

印装错误可随时退换

目 次

第1章 概 述	(1)
1.1 编制依据	(2)
1.2 研究内容	(2)
1.2.1 环境调查	(2)
1.2.2 评价标准和评价方法	(9)
1.2.3 容量研究	(13)
1.3 主要结论	(13)
第2章 自然环境、社会经济状况和污染源调查	(16)
2.1 自然环境	(16)
2.1.1 地理概况	(16)
2.1.2 地形地貌	(16)
2.1.3 气候特征	(18)
2.1.4 陆地水文	(18)
2.1.5 海洋水文	(18)
2.1.6 海洋自然资源	(19)
2.2 社会经济	(19)
2.2.1 行政区划	(19)
2.2.2 沿岸三县市社会经济概况	(20)
2.2.3 沿岸各乡镇社会经济概况	(22)
2.2.4 海洋经济与海洋产业现状	(22)
2.3 污染源调查	(24)
2.3.1 海区及汇水区划分	(24)
2.3.2 陆源工业污染	(25)
2.3.3 生活污染	(31)

2.3.4 禽畜养殖污染	(31)
2.3.5 农业化肥污染	(32)
2.3.6 水土流失污染	(35)
2.3.7 海水养殖污染	(36)
第3章 水文、泥沙观测分析	(40)
3.1 潮汐	(40)
3.1.1 潮汐性质	(40)
3.1.2 主要潮汐特征	(40)
3.2 潮流	(42)
3.2.1 实测潮流分析	(42)
3.2.2 潮流性质	(44)
3.3 余流	(57)
3.4 泥沙	(58)
3.5 波浪	(65)
3.6 小结	(65)
第4章 乐清湾环境水动力特性分析	(67)
4.1 水动力模型的建立	(67)
4.1.1 计算范围的确定	(67)
4.1.2 控制方程	(68)
4.1.3 定解条件	(69)
4.1.4 差分格式	(70)
4.1.5 计算区域的离散	(71)
4.1.6 模型验证	(72)
4.1.7 潮流流场模拟结果	(89)
4.2 纳潮量的计算与分析	(104)
4.3 水体交换能力数值计算与分析	(106)
4.3.1 数值模型的建立	(106)
4.3.2 计算结果与分析	(107)
4.4 小结	(116)
第5章 乐清湾及其邻近海域环境质量现状	(117)

5.1	水质现状	(117)
5.1.1	水质大面站调查结果与评价	(117)
5.1.2	水质连续站调查结果与分析	(154)
5.1.3	水质现状小结	(157)
5.2	沉积物质量现状	(159)
5.3	生物质量现状	(164)
5.4	乐清湾环境质量变化趋势分析	(166)
5.4.1	水质变化趋势	(166)
5.4.2	沉积物质量变化趋势	(167)
5.5	小结	(168)
第6章	海洋生物生态现状调查及评价	(170)
6.1	调查结果	(170)
6.1.1	叶绿素 a	(170)
6.1.2	浮游植物	(174)
6.1.3	浮游动物	(185)
6.1.4	大型底栖生物	(197)
6.1.5	潮间带生物	(202)
6.2	乐清湾生态变化趋势分析	(207)
6.2.1	叶绿素 a	(207)
6.2.2	浮游植物	(207)
6.2.3	浮游动物	(208)
6.2.4	大型底栖生物	(209)
6.3	小结	(209)
第7章	乐清湾污染源估算和分析	(223)
7.1	陆源污染	(223)
7.1.1	计算方法	(223)
7.1.2	计算结果	(228)
7.1.3	陆源污染物入海量估算结果的验证	(239)
7.2	海水养殖污染	(239)
7.2.1	计算方法	(240)

7.2.2 估算结果	(242)
7.3 小结	(249)
第8章 乐清湾环境容量计算	(252)
8.1 概述	(253)
8.1.1 研究目标	(253)
8.1.2 技术路线	(253)
8.1.3 环境容量计算污染物的确定	(253)
8.1.4 海域水质控制目标及容量计算控制指标的确定	(255)
8.1.5 计算基准期确定	(257)
8.2 污染物浓度场模型	(259)
8.2.1 控制方程及主要技术参数	(259)
8.2.2 模型验证	(274)
8.3 主要污染物换算关系分析	(286)
8.4 环境容量计算	(290)
8.4.1 COD_{Cr} 环境容量计算	(290)
8.4.2 总氮削减预测分析	(309)
8.4.3 总磷削减预测分析	(327)
8.5 小结	(344)
第9章 污染物总量控制和容量分配	(347)
9.1 总量控制目的和意义	(347)
9.2 总量控制及容量分配研究内容	(347)
9.2.1 总量控制研究	(348)
9.2.2 容量分配研究	(349)
9.3 环境容量分配	(351)
9.3.1 容量分配的思路	(351)
9.3.2 乐清湾沿海区域现状及规划分析	(352)
9.3.3 计算方法	(371)
9.3.4 权重系数的确定(专家咨询法和比例确定法)	(372)
9.3.5 容量分配结果	(375)
9.4 小结	(398)

第 10 章 乐清湾主要生态问题及对策措施 (402)

10.1 乐清湾主要生态问题分析 (402)

10.1.1 海涂过度围垦与大量的海岸工程导致乐清湾生境变异加剧 (402)

10.1.2 污染不断加剧,环境压力不断增大 (403)

10.1.3 海水养殖污染加剧,渔业资源开发过度 (405)

10.1.4 外来物种入侵日趋明显 (408)

10.1.5 电厂温排水已对乐清湾环境构成新的威胁 (410)

10.1.6 对红树林等典型生态系统的保护日益迫切 (411)

10.2 污染物总量控制措施与对策 (413)

10.2.1 总量控制措施与对策 (413)

10.2.2 建议 (416)

10.3 小结 (417)

第 1 章 概 述

乐清湾位于浙江省沿海南部,温州湾北部,瓯江口北侧。湾内水产、滩涂、丘陵、林业、港湾航道、岸线、矿产、旅游等资源十分丰富,尤以水产、港口、潮汐能、旅游资源为甚,是浙江省的一个天然良湾。然而,乐清湾三面环陆、南面独阙,呈葫芦状半封闭式海湾,其自净能力较差,生态环境脆弱。随着环乐清湾地区经济的快速发展,陆上及海上人为活动产生的大量污染物进入海洋环境,造成近岸海域水质恶化,生态退化,生产力下降,极大地破坏了海洋生态环境,甚至影响到沿海地区社会经济的进一步健康发展。因此,保护好海洋环境、维护好海洋生态健康是合理开发利用海洋资源,促进社会和经济可持续发展的重要前提。

环境容量是“一定水体在规定环境目标下所能容纳污染物的量”。环境容量大小与水体特征、水域功能区划、水质目标及污染物特征有关,它也是一种在一定条件下可持续利用的海洋资源。实施入海污染物排放总量控制是保证实现海洋环境保护目标的需要。尤其是在一些污染严重、污染物排放总量已明显超过环境容量的海域,更应严格控制污染物排放总量。同时,促进资源节约、产业结构优化、技术进步和污染治理,落实两个根本性转变,推行可持续发展战略,都迫切需要实施污染物排放总量控制。

研究乐清湾海域的环境容量,科学地确定在国家、省、市相关标准下其对污染物负荷量的分级限度容量、自净能力,可为各级政府部门以总量为指标,控制来自各污染物排放源的总量,以确保乐清湾生态系统的健康,达到海洋环境容量资源的可持续利用。

国家海洋局局长孙志辉在 2009 年全国海洋工作会议上的讲话中指出:“积极推动与有关部门建立总量控制监管联动机制,以氮、磷为主指定污染物排海总量控制分配指标。”同时,按照《国务院关于印发节能减排综合性工作方案的通知(国发[2007]15号)》和国家海洋局《关于贯彻落实海洋节能减排综合性工作方案若干意见的通知》(国海发[2007]17号)、《浙江省碧海生态建设行动计划》,《海洋与渔业环境保护法规及规范性文件选编》等文件的精神和要求,为维护海洋生态平衡,保障海洋资源可持续利用和海洋经济可持续发展,有效行使《中华人民共和国海洋环境保护法》和《中华人民共和国海域法》赋予海洋行政主管部门的职责,浙江省海洋与渔业局于 2006 年度《海洋环保基础制度建设项目》(“浙海渔计[2005]83号”文件)计划中,对乐清湾海域环境容量进行立项研究。浙江大学建筑工程学院联合东海环境监测中心等单位,于 2005 年 9 月对乐清湾海域环境容量研究提出可行性研究报告,并上报浙江省海洋与渔业局农业财政资金项目——乐清湾海域环境容量研究,申报标准文本并于 2006 年 12 月获批准,项目正式

启动。

本研究项目历时 1 年半,共进行了 2 个航次(2006 年夏季和 2007 年春季)的海上调查、1 年的污染源调查和 1 年多时间的研究分析。通过基础调查和资料分析,了解了该海域及周边地区社会经济、环境质量、污染源和承载力等基本情况,评价了海域环境现状,确立了海域功能目标、环境目标和规划目标,确定了海域污染物的排放总量、总量分配方案和削减率,提出了有效的控制措施和对策,达到了预期目的。

1.1 编制依据

- (1)《中华人民共和国环境保护法》
- (2)《中华人民共和国海洋环境保护法》
- (3)《中华人民共和国海域使用管理法》
- (4)《中华人民共和国渔业法》
- (5)《国务院关于全国海洋功能区划的批复》(国函[2002]77 号)
- (6)《浙江省海洋环境保护条例》西门岛海洋特别保护区
- (7)《乐清湾海洋环境容量及污染物排放总量控制研究可行性报告》
- (8)《乐清湾海洋环境容量》(计划任务书)
- (9)《污染物排放总量控制》项目研究合同(计划任务书)

1.2 研究内容

1.2.1 环境调查

1.2.1.1 调查范围

调查范围为整个乐清湾海域,即 $27^{\circ}55'30''N \sim 28^{\circ}23'35''N$ 之间, $120^{\circ}58'00''E \sim 121^{\circ}14'36''E$ 之间的海域以及乐清湾周边的陆域部分。

1.2.1.2 调查站位布设

社会经济及污染源:根据乐清湾水系情况,把乐清湾周边陆域和海域划分为 10 个汇水区。

海上调查在研究海域布设水文(海流、含沙量、水温、盐度)站 4 个,陆基潮位站 4 个;水质、生物大面站 27 个和连续站 4 个;底质大面站 14 个;潮间带生物布设断面 6 条;西门岛海洋特别保护区专项调查潮间带 1 条、水质站 4 个;华能玉环电厂和浙能乐清电厂热污染专项调查站各 3 个共 6 个站,详见表 1-1 和图 1-1 至图 1-3。

水文:共设置同步连续站 4 个(RL4、RL10、RL19 和 RL28 站)。

潮位:共设置东门、沙港头、乌仙头和坎门 4 个潮位观测站。

水质:共设置大面站 27 个,连续站 4 个(RL4、RL10、RL19 和 RL28 站),西门岛海洋

特别保护区专项调查站 4 个,华能玉环电厂和浙能乐清电厂专项调查站各 3 个共 6 个站。

底质:共设置大面站 14 个。

浮游生物和底栖生物:共设置大面站 27 个(注:2007 年 4 月底栖生物调查 13 个站),连续站 4 个(RL4、RL10、RL19 和 RL28 站),华能玉环电厂和浙能乐清电厂专项调查站各 3 个。

潮间带生物:共设置断面 6 条,分别在岐头、浦歧、清江、西门岛、连屿、大龙湾。

生物残毒:共设置 4 个站,分别在浦歧、清江、西门岛、岛连屿。

表 1-1 乐清湾环境容量和污染物总量控制研究生态环境调查站位

序号	站号	经纬度		调查介质	备注
		北纬	东经		
1	RL1	28°20'40.0"	121°09'28.0"	A + B	
2	RL2	28°20'40.0"	121°12'05.0"	A + B	
3	RL3	28°17'51.0"	121°08'59.0"	A	
4	RL4	28°17'59.1"	121°12'05.8"	A + C + D	连续站
5	RL5	28°15'56.0"	121°11'09.0"	A + B	
6	RL6	28°11'47.0"	121°07'10.0"	A + B	
7	RL7	28°11'39.6"	121°08'41.8"	A	
8	RL8	28°11'33.0"	121°10'06.0"	A + B	
9	RL9	28°10'10.0"	121°06'05.0"	A	
10	RL10	28°09'19.7"	121°06'51.9"	A + B + C + D	连续站
11	RL11	28°08'28.6"	121°07'40.9"	A + B	
12	RL12	28°05'45.0"	121°03'28.0"	A	
13	RL13	28°05'45.9"	121°05'03.2"	A	
14	RL14	28°05'41.0"	121°06'43.0"	A	
15	RL15	28°03'34.0"	121°02'37.0"	A + B	
16	RL16	28°03'44.0"	121°06'25.0"	A + B	
17	RL17	27°59'55.0"	121°01'20.0"	A + B	
18	RL18	28°01'25.5"	121°05'13.2"	A	
19	RL19	28°01'59.0"	121°06'32.0"	A + C + D	连续站
20	RL20	28°02'30.5"	121°07'51.7"	A	
21	RL21	28°00'38.0"	121°06'47.0"	A + B	
22	RL22	28°01'28.0"	121°11'42.0"	A + B	
23	RL23	27°57'06.0"	121°12'52.0"	A + B	
24	RL24	27°58'00.0"	120°57'24.0"	A	

续表

序号	站号	经纬度		调查介质	备注
		北纬	东经		
25	RL25	27°56'50.1"	120°58'48.0"	A	
26	RL26	27°55'56.0"	120°59'54.0"	A + B	
27	RL27	27°58'00.0"	121°00'47.0"	A	
28	RL28	28°01'00.0"	121°02'00.0"	A + C + D	连续站
29	XM1	28°21'08.4"	121°10'59.6"	F	
30	XM2	28°21'00.0"	121°10'44.8"	F	
31	XM3	28°20'35.9"	121°10'11.7"	F	
32	XM4	28°19'46.5"	121°10'13.4"	F	
33	LD1	28°10'36.4"	121°06'18.7"	F	
34	LD2	28°10'13.3"	121°05'53.1"	F	
35	LD3	28°09'40.9"	121°05'40.6"	F	
36	HD1	28°06'58.0"	121°06'36.0"	F	
37	HD2	28°06'16.0"	121°06'39.0"	F	
38	HD3	28°06'46.0"	121°07'22.0"	F	
39	T1	28°19'54"	121°10'26"	潮间带生物 + E	生物残毒
40	T2	28°16'56"	121°06'25"	潮间带生物 + E	生物残毒
41	T3	28°09'32"	121°03'31"	潮间带生物 + E	生物残毒
42	T4	27°59'00"	120°57'29"	潮间带生物	
43	T5	28°08'12"	121°07'47"	潮间带生物 + E	生物残毒
44	T6	28°02'34"	121°09'10"	潮间带生物	
45	T7	28°21'00"	121°10'45"	潮间带生物	
46	C1	东门		潮位	临时站
47	C2	沙港头		潮位	临时站
48	C3	坎门		潮位	长期站
49	C4	乌仙头		潮位	临时站

注:1. A 为大面水质和生物站 27 个,B 为沉积物站 12 个,C 为水质和生物连续站 2 个,D 为水文连续站 4 个,E 为生物残毒站 4 个,F 为西门岛特别保护区调查站位 4 个,华能玉环电厂和浙能乐清电厂调查站位各 3 个。
2. 水质和生物连续站周日调查为每 3 小时采样 1 次,共 9 次。
3. 潮位临时站观测半个月。

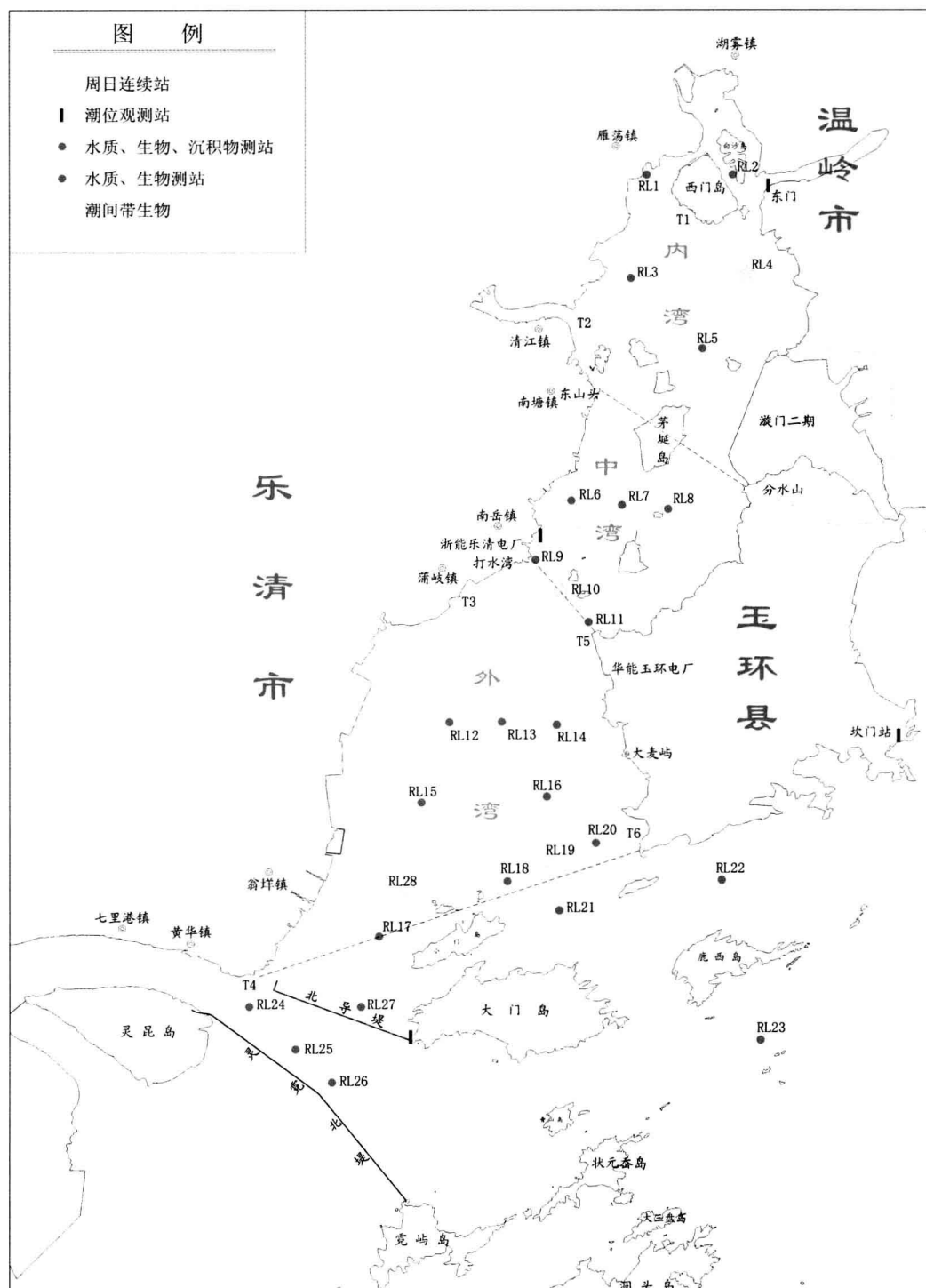


图 1-1 乐清湾环境容量和污染物总量控制研究生态环境调查站位图

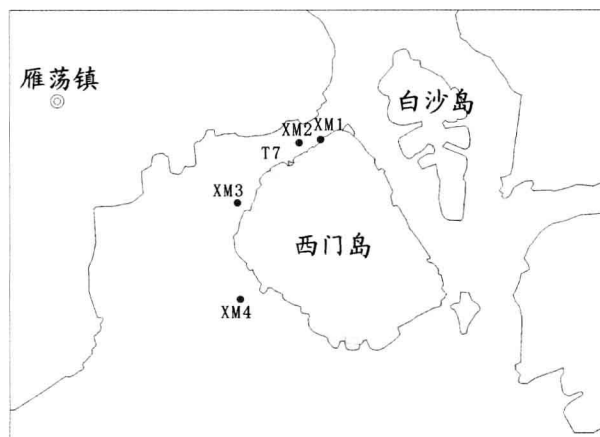


图 1-2 西门岛海洋特别保护区专项调查站位图



图 1-3 华能玉环电厂和浙能乐清电厂专项调查站位图

1.2.1.3 调查项目和调查分析方法

(1) 调查项目

社会经济状况及污染源:以 2005 年为基准年,以 10 个水系为统计单元,对工业、农业、渔业经济状况及总产值,陆域污染源,主要入海河流,工业、农业、生活污水排放量,乐清湾周边县(市、区)的人口、耕地面积及其化肥和农药的施用情况;海上养殖污染源(养殖面积和类型),海上流动污染(码头、船舶)等进行调查。

水文观测:流速、流向、含沙量、水温、盐度、潮位。

大面站水质:水温、盐度、水色、透明度、悬浮物、pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、亚硝酸盐-氮、硝酸盐-氮、氨-氮、总氮、总磷、总汞、铅、镉、砷、石油类、TOC。

连续站水质:溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、亚硝酸盐-氮、硝酸盐-氮、氨-氮、总氮、总磷。

西门岛海洋特别保护区专项调查水质:水温、盐度、pH、溶解氧、悬浮物、硝酸盐-氮、亚硝酸盐-氮、氨-氮、活性磷酸盐、活性硅酸盐。

华能玉环电厂和浙能乐清电厂专项调查电厂热污染调查水质:水温、盐度、溶解氧和化学需氧量。

底质:Eh、有机碳、硫化物、总氮、总磷、总汞、镉、铅、砷、滴滴涕(DDT)、多氯联苯、石油烃、粒度。

生物大面调查站:叶绿素 a、浮游植物种类和数量(网样)、浮游动物种类和数量、潮下带底栖生物种类和数量分布。

生物周日连续站:叶绿素 a、浮游植物种类和数量、浮游动物种类和数量。

华能玉环电厂和浙能乐清电厂专项生物调查站:叶绿素 a、浮游植物种类和数量(网样)、浮游动物种类和数量。

潮间带:潮间带生物。

生物残毒:重金属(铜、铅、锌、镉、汞、砷)、石油烃、PCB、滴滴涕(DDT)、赤潮毒素(PSP、DSP)。

(2)调查分析方法

社会经济状况及污染源调查:工业、农业、渔业经济状况及总产值,10 个水系入海径流量,乐清湾周边县(市、区)的人口、耕地面积及其化肥的施用情况等通过有关资料的收集和统计;陆域污染源是通过对乡镇和企业进行实地调查,结合乡镇和村的统计数据;海上养殖污染源(养殖面积和类型)以及海上流动污染(码头、船舶)是通过收集有关资料和乡镇的统计数据得出。

水文、水质、沉积物、生物以及生物残毒分析方法分别见表 1-2 至表 1-6。

表 1-2 水文和潮位观测调查方法一览表

序号	项目	分析方法	标准
1	流速	SLC9-2 型智能直读式海流计	GB 12763-91
2	流向	SLC9-2 型智能直读式海流计	GB 12763-91
3	含沙量	横式采水器、抽滤装置、万分之一电子天平	GB 12763-91
4	潮位	水位计	GB 14914-94

表 1-3 水质调查项目分析方法一览表

序号	分析项目	测定方法	引用标准或文件
1	水温	水温温度表法	GB 12763.2
2	悬浮物	重量法	GB 17378.4
3	盐度	盐度计法	GB 17378.4
4	pH	pH 计法	GB 17378.4
5	铜	原子吸收分光光度法	GB 17378.4

续表

序号	分析项目	测定方法	引用标准或文件
6	镉	原子吸收分光光度法	GB 17378. 4
7	铅	原子吸收分光光度法	GB 17378. 4
8	锌	原子吸收分光光度法	GB 17378. 4
9	砷	原子荧光法	原子荧光法测定海水中砷的技术规程
10	汞	原子荧光法	原子荧光法测定海水中汞的技术规程
11	化学需氧量	碱性高锰酸钾法	GB 17378. 4
12	溶解氧	滴定法	GB 17378. 4
13	油类	紫外分光光度法	GB 17378. 4
14	氨盐	次溴酸盐氧化法	GB 17378. 4
15	亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	GB 17378. 4
16	硝酸盐	锌－镉还原法、镉柱还原法	GB 17378. 4
17	活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法	GB 17378. 4
18	TOC	过硫酸钾氧化法	GB 17378. 4
19	总氮	分光光度法	海洋生态环境监测技术规程
20	总磷	分光光度法	海洋生态环境监测技术规程

表 1－4 沉积物调查项目分析方法一览表

序号	分析项目	测定方法	引用标准或文件
1	Eh	电位计法	GB 17378. 5
2	石油烃	紫外分光光度法	GB 17378. 5
3	汞	原子荧光法	原子荧光法测定沉积物中汞的技术规程
4	砷	原子荧光法	原子荧光法测定沉积物中砷的技术规程
5	镉	原子吸收分光光度法	GB 17378. 5
6	铅	原子吸收分光光度法	GB 17378. 5
7	铜	原子吸收分光光度法	GB 17378. 5
8	锌	原子吸收分光光度法	GB 17378. 5
9	有机碳	重铬酸钾氧化－还原容量法	GB 17378. 5
10	硫化物	碘量法	GB 17378. 5
11	总磷	分光光度法	海洋生态环境监测技术规程
12	总氮	分光光度法	海洋生态环境监测技术规程
13	滴滴涕	气相色谱法	GB 17378. 5
14	多氯联苯	气相色谱法	GB 17378. 5
15	粒度	综合法	GB/T 13909