

WPOS

中国科学院战略性先导科技专项
热带西太平洋海洋系统物质能量交换及其影响

Survey Atlas of Physical Oceanography, Marine Chemistry and
Marine Ecological Environment of the Yellow Sea and East China Sea

黄东海物理、化学 与生态环境调查图集

于非 任强 于仁成
李新正 宋秀贤 张芳 编著



科学出版社

WPOS

中国科学院战略性先导科技专项
热带西太平洋海洋系统物质能量交换及其影响

黄东海

物理、化学与生态环境调查图集

于 非 任 强 于仁成
李新正 宋秀贤 张 芳 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本图集是中国科学院海洋研究所 2014 年至 2017 年 4 年间在黄东海执行 17 个航次科学考察的成果。考察覆盖整个中国黄东海区域及春夏秋冬四季, 书中按照时间顺序展示了不同断面和层面的温度、盐度、海水密度等物理要素调查数据, 溶解氧、多种营养盐等化学要素调查数据, 以及叶绿素 a、有害藻华、浮游动物、底栖动物等生态要素调查数据。

本图集可供物理海洋学、海洋化学、海洋生态学、海洋生物学等领域的研究生、教师和科研人员阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

黄东海物理、化学与生态环境调查图集/于非等编著. —北京: 科学出版社, 2020.1

ISBN 978-7-03-062827-5

I. ①黄… II. ①于… III. ①黄海-生态环境-环境生态评价-图集
②东海-生态环境-环境生态评价-图集 IV. ①X821.203-64

中国版本图书馆CIP数据核字 (2019) 第240018号

责任编辑: 王海光 / 责任校对: 郑金红

责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 北京图阅盛世文化传媒有限公司

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京虎彩文化传播有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2020年1月第 一 版 开本: 889×1194 1/16

2020年1月第一次印刷 印张: 30 3/4

字数: 993 000

定价: 420.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

序

海洋一直处于变化之中，人们对变化中的海洋知之甚少，这其中一个非常重要的原因就是缺乏对海洋的长期观测数据。目前，大数据已越来越受到各方面的重视，海洋大数据由于关系到海洋安全、海洋资源开发利用和海洋环境保护等各个领域，更是推动海洋科学发展的关键，而海洋大数据的核心就是海洋观测数据，没有对海洋的实际观测就不可能真正了解海洋、保护海洋、利用海洋。

海洋观测成本高昂，观测设备繁多、复杂，加之海上作业环境异常艰辛，且各项目、各单位获取的第一手资料短时间内并不对外开放，这些原因导致海洋观测数据的获取非常难，建立海洋大数据具有很大的挑战性。

中国科学院战略性先导科技专项（A类）“热带西太平洋海洋系统物质能量交换及其影响”于2013年启动，项目部署了大量海洋观测工作，观测范围从渤海、黄东海、长江口及其邻近海域、黑潮流经海域一直到西太平洋暖池区域，观测内容涉及物理、化学、生物、生态、地质等各个学科，力求在这条大断面上进行长期、综合、立体观测，实现浮标、潜标长期观测与基于科学考察船的综合观测相结合。项目历时5年，获取了大量海洋地质地貌、海洋动力环境、海洋化学要素、海洋物理要素和海洋生态要素的数据资料，将成为海洋大数据的重要组成部分。

项目获取的观测资料有些已用于相关研究，并取得了一批有影响力的科研成果，但大部分数据还有待在未来的工作中加以分析利用。鉴于此，我们将获得的深海地形、深海生物、海水各理化生态要素的观测结果编制成图集、图谱、图鉴出版，以展示深海的高分辨率地形图、高清海山生物原位形态和生境照片，以及海水各理化生态要素的时间、空间变化趋势，供海洋科学的研究人员，相关部门的管理人员，以及关注海洋、热爱海洋的大众阅读参考。

希望这些著作的出版能够对认知、开发利用和保护海洋有所贡献。



中国科学院战略性先导科技专项

“热带西太平洋海洋系统物质能量交换及其影响”首席科学家

前言

热带西太平洋对中国近海海洋系统的变化具有重要的调控作用。而黑潮作为西太平洋边界流直接影响中国近海系统，传递着大洋对中国近海环境的影响。因此，黑潮及其分支作为我国近海环流的主要驱动因子，对近海水团结构与环流格局具有重要影响。已有研究认为 18°N 以北的中国近海环流系统直接受黑潮驱动，黑潮分支沿陆架海底抬升是浙江沿岸上升流的主要成因。黑潮近岸分支的北上触发东海赤潮的重要环境驱动因子之一。黑潮与长江冲淡水相互作用控制着东海陆架区生态系统的生物生产过程。黑潮次表层水输入的营养盐，特别是磷酸盐，大于黄河和长江的输入量，因而被认为是东海陆架区最主要的营养盐输入源。但是，关于黑潮入侵我国近海的路径和影响范围存在很多不确定性，外海大洋通过黑潮的营养盐输入对我国近海生物地球化学循环、生态系统结构与功能的影响程度也难以预测。究其原因，主要是对我国近海的邻近大洋关键区缺乏系统观测，难以开展大洋和近海协同物理生物地球化学过程耦合的数值模拟研究，因此不能深入认识近海生态系统动力学规律。

近海生态系统在人类活动与全球变化共同影响下的演变是当前海洋科学研究的热点之一。受过度捕捞、富营养化、生境改变、温度上升、海水酸化等环境压力驱动，我国近海生态系统已表现出生物多样性下降、生态格局更替、资源衰退、灾害频发等问题，尤其是黄东海生态系统近年来的波动较为剧烈，是研究近海生态系统演变的重要区域。

2014年至2017年中国科学院海洋研究所开始对黄东海进行系统观测，共进行了大面航次17个，覆盖整个中国黄东海春夏秋冬四季。观测区域为北黄海（北黄海冷水团及其锋面区、辽南沿岸流、鸭绿江冲淡水等区域）、南黄海（黄海冷水团及其锋面区、青岛外海冷水团、苏北浅滩等区域）、东海（长江口与闽浙沿岸冷水团及其锋面区）。从邻近大洋与中国近海协同研究的视角出发，项目组将黑潮主干区和我国近海黑潮影响区作为一个整体研究区域组织实施调查，对物理、化学和生态学要素进行观测，分析黑潮向中国近海的物质输送通量，以及中国近海生态系统在黑潮影响下的变化过程与演变趋势。

希望本图集的研究工作可使黄东海生态系统与欧洲北海和北美加州近海一样，能够成为国际上海洋生态系统演变研究的典范区域，能为进一步了解黑潮影响下我国近海水文物理过程及其变化机制和我国近海生态系统演变过程提供资料基础。

本图集制图及编制人员如下：物理调查部分由任强完成；化学调查部分由宋秀贤统筹，袁涌铨、池连宝、王文涛和周鹏等完成；生态调查的叶绿素 a 部分由于仁成统筹，孔凡洲、赵越、赵佳雨、王锦秀、蔡佳宸等完成；生态调查的浮游动物部分由张芳完成，生态调查的底栖生物部分由李新正统筹，徐勇、刘清河、闫嘉完成。全书由于非、任强统稿。

本图集是中国科学院战略性先导科技专项(A类)“热带西太平洋海洋系统物质能量交换及其影响”(XDA11020602, XDA11020601)和“近海与海岸带信息集成与决策支持系统”(XDA19060200)的研究成果，项目组专家对航次的设计和执行提供了指导意见，图集的出版得到了专项的资助，特此表示感谢。

海洋调查是海洋科学研究的基础工作，很多海洋科学家都是从海上科考开启的海洋研究之路。虽然海上作业往往任务繁重，极易受恶劣天气的影响，作业环境异常艰辛，但项目组的一线科研人员从未退缩！特别感谢中国科学院海洋研究所的“科学三号”考察船的全体工作人员、航次组织协调人员、参与海上作业的科考队员，以及后期参与数据处理与样品分析的研究人员，本图集是他们集体智慧的结晶。

限于著者水平，书中难免有不足和疏漏之处，恳请读者指正，也敬请各位专家、学者多提宝贵意见。

于 非
2019年8月

目 录

第一部分 物理调查	1
1.1 2014年5月黄海	2
1.1.1 断面图	3
1.1.2 平面图	12
1.2 2014年5月东海	17
1.2.1 断面图	18
1.2.2 平面图	27
1.3 2014年10月黄海	32
1.3.1 断面图	33
1.3.2 平面图	43
1.4 2014年10月东海	48
1.4.1 断面图	49
1.4.2 平面图	58
1.5 2015年8月黄海	63
1.5.1 断面图	64
1.5.2 平面图	74
1.6 2015年8月东海	79
1.6.1 断面图	80
1.6.2 平面图	90
1.7 2015年12月黄海	95
1.7.1 断面图	96
1.7.2 平面图	105
1.8 2015年12月东海	110
1.8.1 断面图	111
1.8.2 平面图	121
1.9 2016年4月黄海	126
1.9.1 断面图	127
1.9.2 平面图	134
1.10 2016年5月黄海	139
1.10.1 断面图	140
1.10.2 平面图	145

1.11	2016年6月黄海	150
1.11.1	断面图	151
1.11.2	平面图	160
1.12	2016年8月黄海	165
1.12.1	断面图	166
1.12.2	平面图	177
1.13	2017年4月黄海	182
1.13.1	断面图	183
1.13.2	平面图	193
1.14	2017年5月黄东海	198
1.14.1	断面图	199
1.14.2	平面图	212
1.15	2017年6月黄海	217
1.15.1	断面图	218
1.15.2	平面图	225
1.16	2017年7月东海	230
1.16.1	断面图	231
1.16.2	平面图	242
1.17	2017年8月黄东海	247
1.17.1	断面图	248
1.17.2	平面图	266
第二部分 化学调查		271
2.1	2014年5月黄东海	272
2.1.1	断面图	272
2.1.2	平面图	278
2.2	2014年10月黄东海	280
2.2.1	断面图	280
2.2.2	平面图	286
2.3	2015年8月黄东海	288
2.3.1	断面图	288
2.3.2	平面图	295
2.4	2015年12月黄东海	298
2.4.1	断面图	298
2.4.2	平面图	306
2.5	2016年5月黄海	309
2.5.1	断面图	309
2.5.2	平面图	312
2.6	2016年6月黄海	314
2.6.1	断面图	314
2.6.2	平面图	320
2.7	2016年8月黄海	323

2.7.1	断面图	323
2.7.2	平面图	328
第三部分 生态调查——叶绿素 a		331
3.1	2014年5月黄海	332
3.1.1	断面图	332
3.1.2	平面图	334
3.2	2014年5月东海	336
3.2.1	断面图	336
3.2.2	平面图	340
3.3	2014年10月黄海	342
3.3.1	断面图	342
3.3.2	平面图	343
3.4	2014年10月东海	345
3.4.1	断面图	345
3.4.2	平面图	349
3.5	2015年8月黄海	351
3.5.1	断面图	351
3.5.2	平面图	352
3.6	2015年8月东海	354
3.6.1	断面图	354
3.6.2	平面图	358
3.7	2015年12月黄海	360
3.7.1	断面图	360
3.7.2	平面图	361
3.8	2015年12月东海	363
3.8.1	断面图	363
3.8.2	平面图	367
第四部分 生态调查——有害藻华		369
4.1	2014年5月黄东海	370
4.1.1	东海原甲藻	370
4.1.2	黄东海亚历山大藻	372
4.1.3	黄东海米氏凯伦藻	374
4.1.4	黄东海鳍藻	376
4.2	2014年10月黄东海	378
4.2.1	黄东海原甲藻	378
4.2.2	黄东海亚历山大藻	380
4.2.3	黄东海米氏凯伦藻	382
4.2.4	黄东海鳍藻	384
4.3	2015年8月黄东海	386
4.3.1	东海原甲藻	386
4.3.2	黄东海亚历山大藻	388

4.3.3	黄东海米氏凯伦藻	390
4.3.4	黄东海鳍藻	392
4.4	2015年12月黄东海	394
4.4.1	黄东海原甲藻	394
4.4.2	黄东海亚历山大藻	396
4.4.3	黄东海米氏凯伦藻	398
4.4.4	黄东海鳍藻	400
第五部分 生态调查——浮游动物		403
5.1	2014年5月黄东海	404
5.2	2014年10月黄东海	405
5.3	2015年8月黄东海	406
5.4	2015年12月黄东海	407
第六部分 生态调查——底栖动物		409
6.1	2014年5月黄东海	410
6.1.1	底栖动物总丰度和总生物量	410
6.1.2	底栖动物各类群丰度	412
6.1.3	优势度大于0.005的物种丰度	416
6.2	2014年10月黄东海	428
6.2.1	底栖动物总丰度和总生物量	428
6.2.2	底栖动物各类群丰度	430
6.2.3	优势度大于0.005的物种丰度	434
6.3	2015年8月黄东海	446
6.3.1	底栖动物总丰度和总生物量	446
6.3.2	底栖动物各类群丰度	448
6.3.3	优势度大于0.005的物种丰度	452
6.4	2015年12月黄东海	464
6.4.1	底栖动物总丰度和总生物量	464
6.4.2	底栖动物各类群丰度	466
6.4.3	优势度大于0.005的物种丰度	470

第一部分
物理调查

1.1 2014年5月黄海

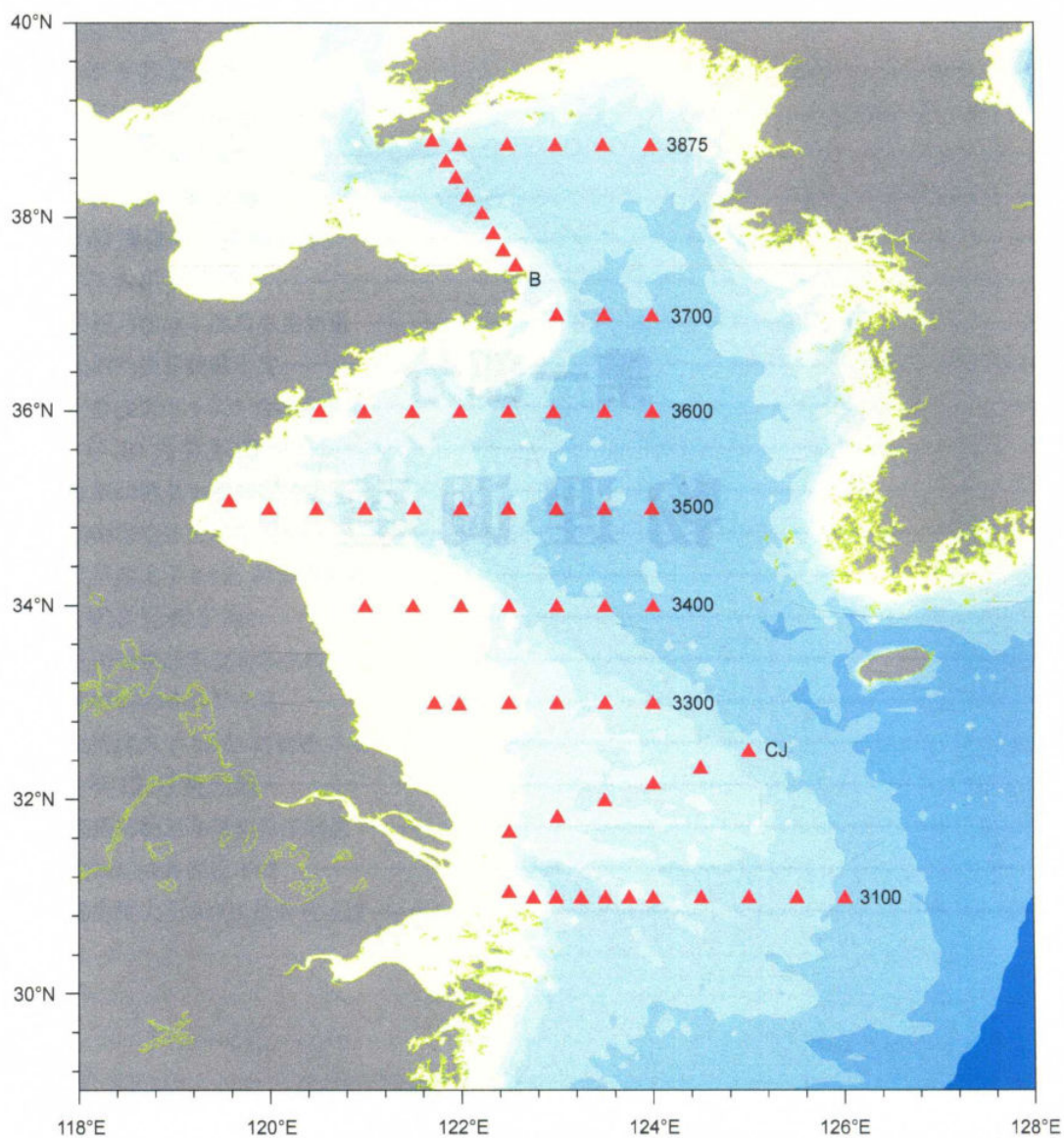


图 1.1 2014年5月黄海调查站位图
(2014年5月26日-2014年6月10日)

3100 断面纬度为 31°00'N, 3300 断面纬度为 33°00'N, 3400 断面纬度为 34°00'N, 3500 断面纬度为 35°00'N, 3600 断面纬度为 36°00'N, 3700 断面纬度为 37°00'N, 3875 断面纬度为 38°75'N, 下同

1.1.1 断面图

(1) 3100 断面

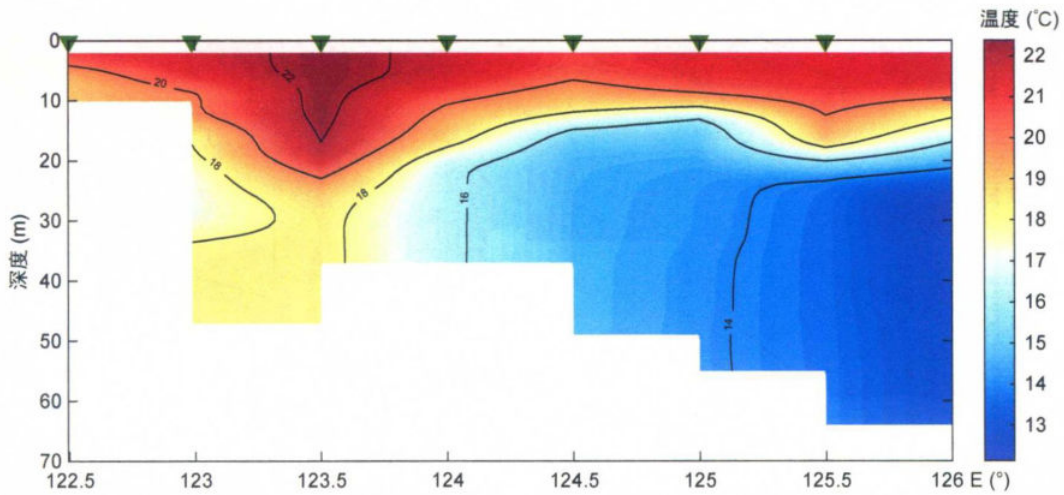


图 1.2 2014 年 5 月黄海 3100 断面温度分布图

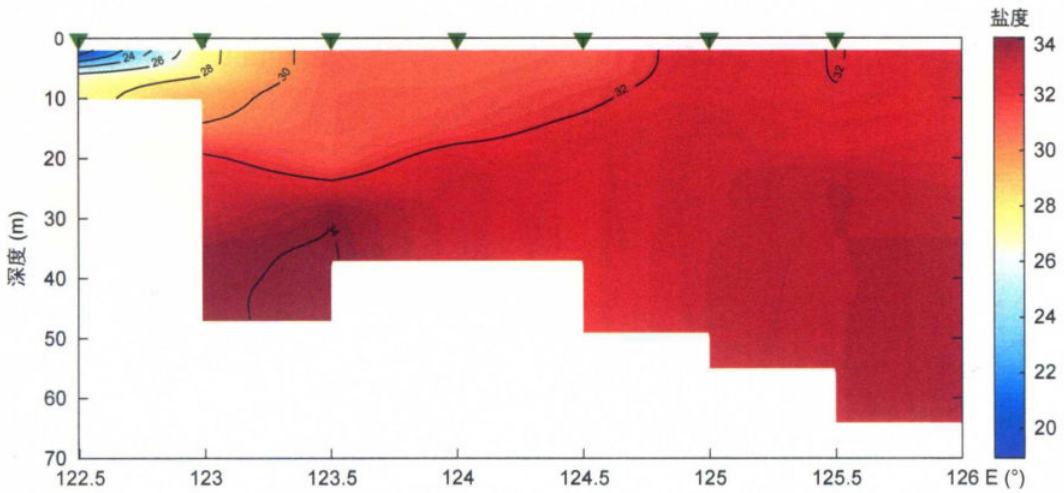


图 1.3 2014 年 5 月黄海 3100 断面盐度分布图

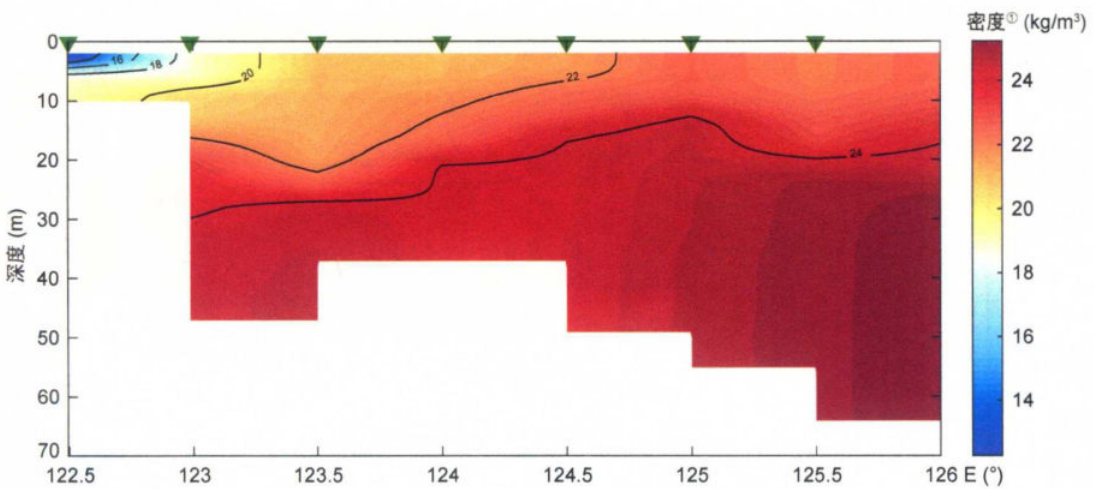


图 1.4 2014 年 5 月黄海 3100 断面海水密度分布图

① 用密度增量代表密度，计算公式为： $\sigma(S, t, p) = \rho(S, t, p) - 1000$

式中， $\sigma(S, t, p)$ 为密度增量（单位 kg/m^3 ）， $\rho(S, t, p)$ 为海水密度（单位 kg/m^3 ）， S 为海水盐度， t 为温度， p 为压力。

(2) 3300 断面

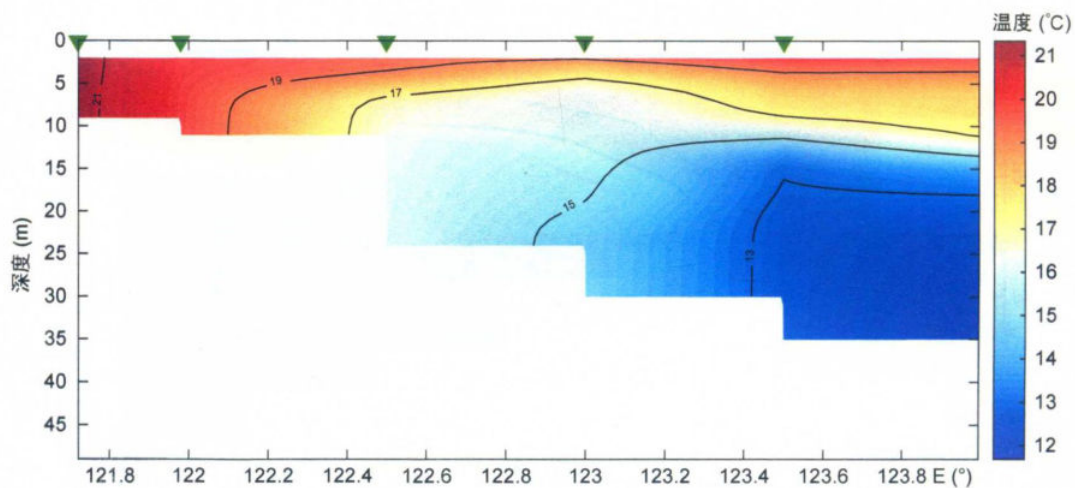


图 1.5 2014 年 5 月黄海 3300 断面温度分布图

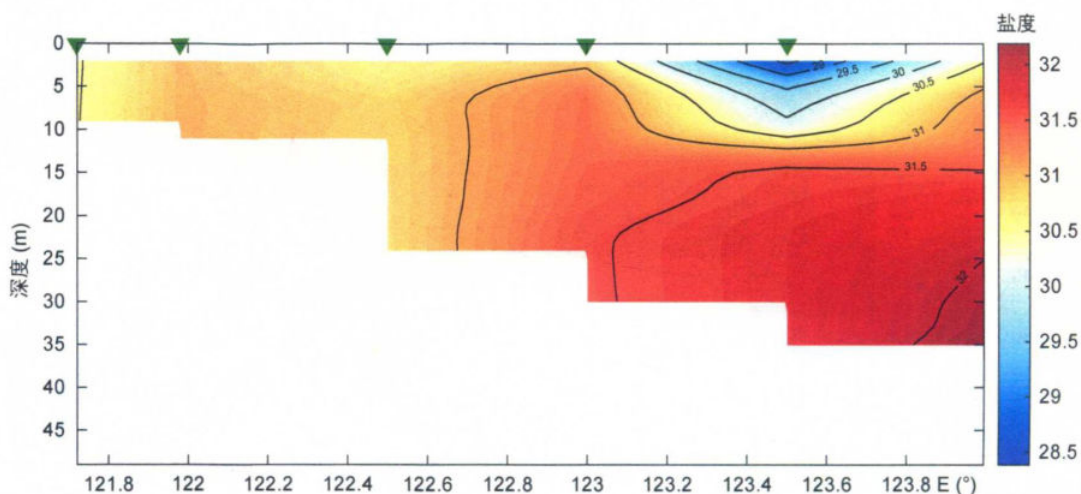


图 1.6 2014 年 5 月黄海 3300 断面盐度分布图

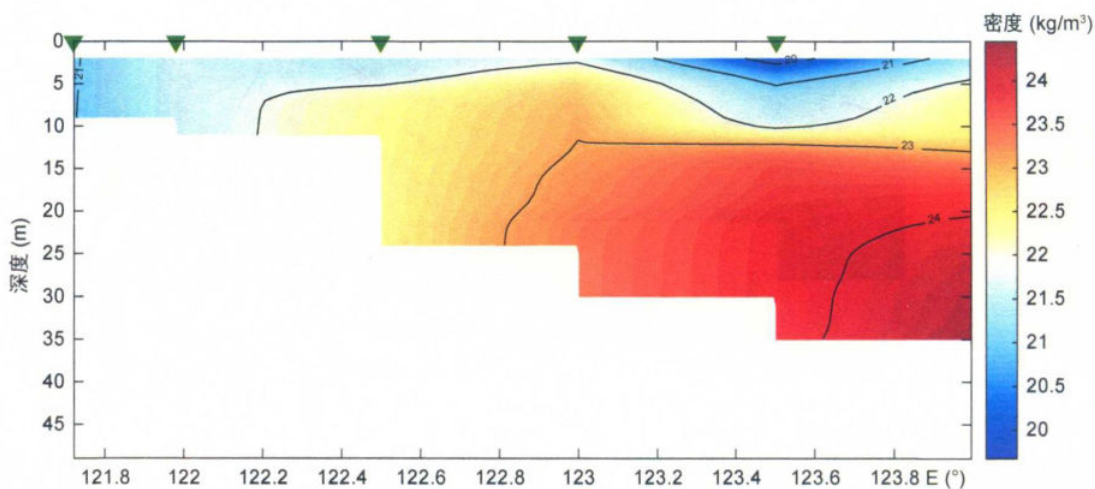


图 1.7 2014 年 5 月黄海 3300 断面海水密度分布图

(3) 3400 断面

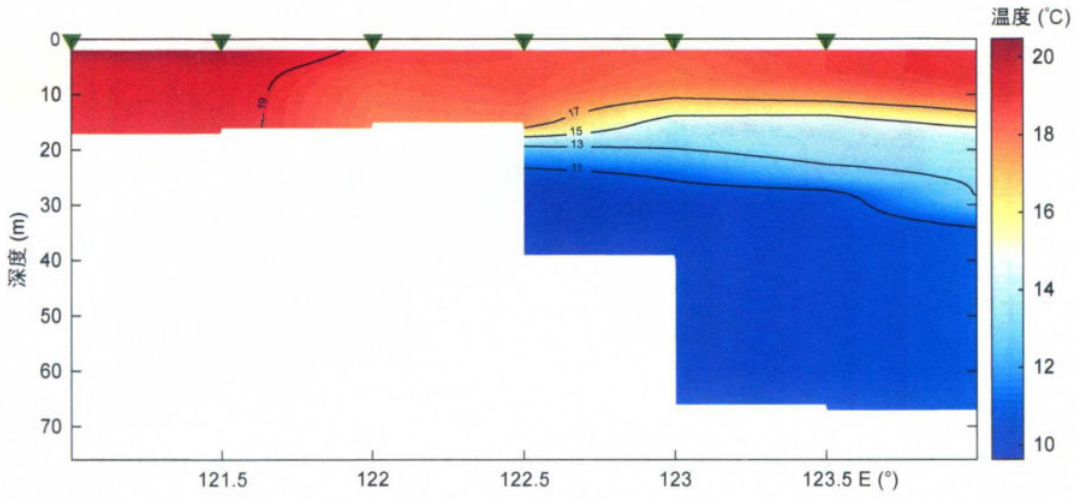


图 1.8 2014 年 5 月黄海 3400 断面温度分布图

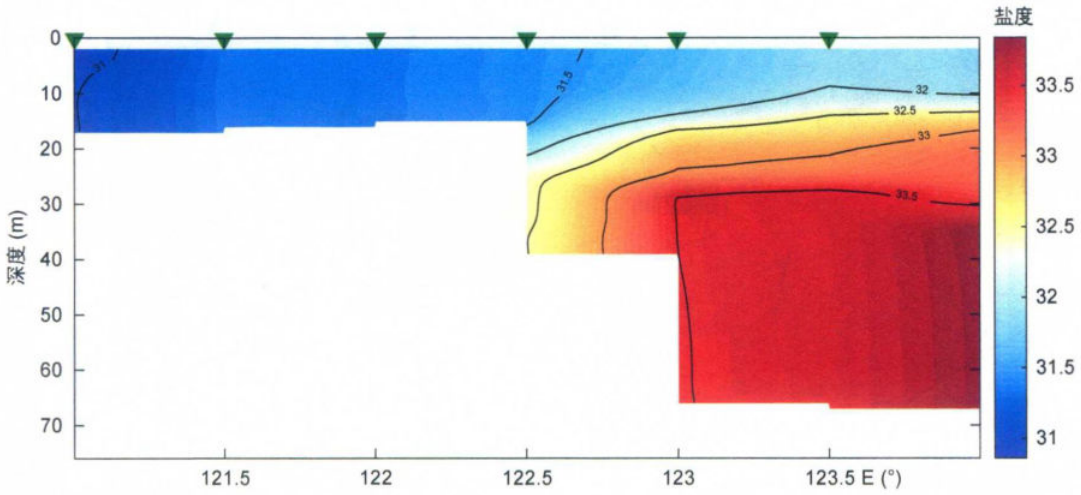


图 1.9 2014 年 5 月黄海 3400 断面盐度分布图

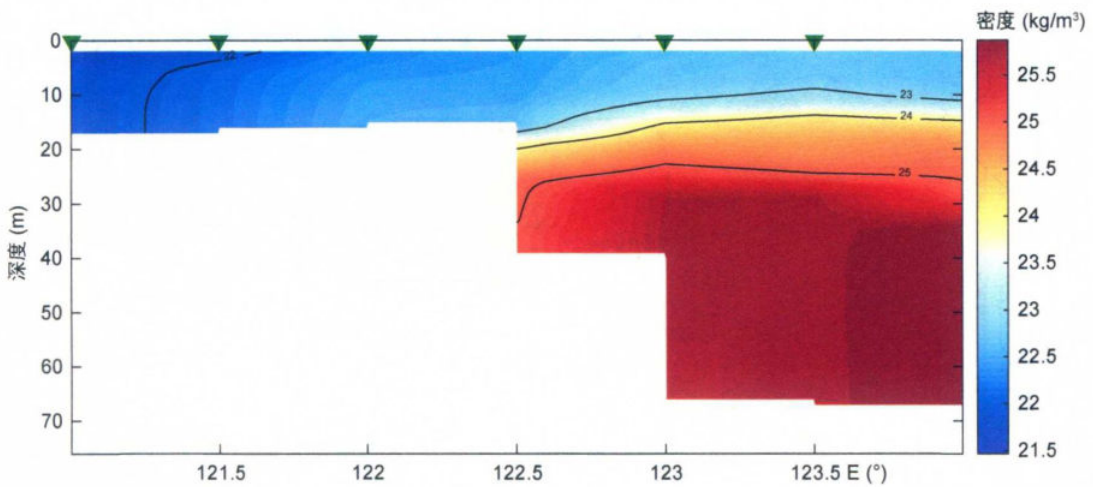


图 1.10 2014 年 5 月黄海 3400 断面海水密度分布图

(4) 3500 断面

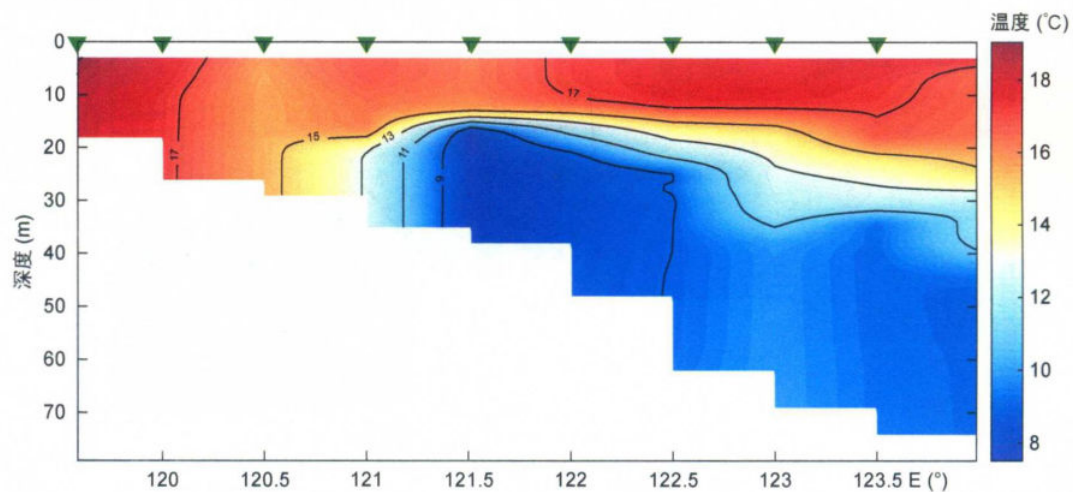


图 1.11 2014 年 5 月黄海 3500 断面温度分布图

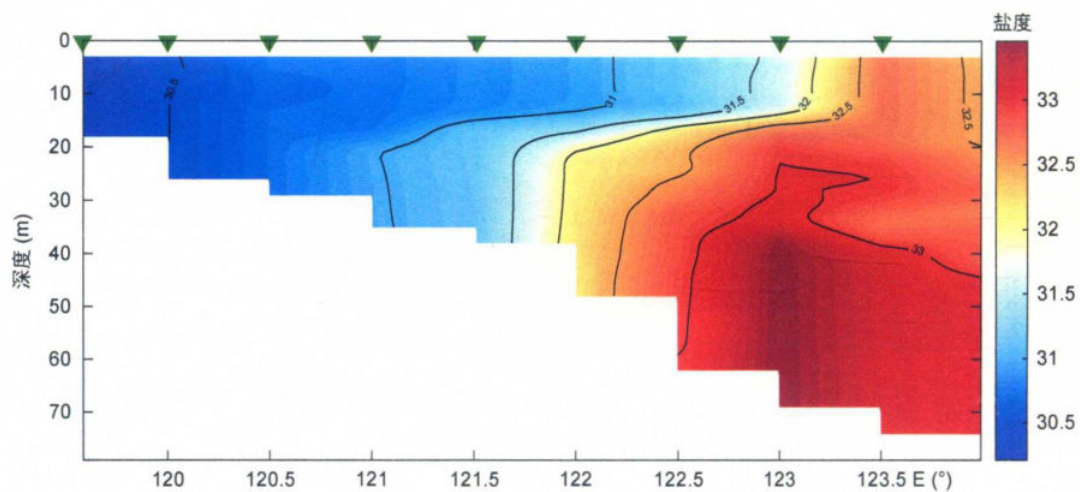


图 1.12 2014 年 5 月黄海 3500 断面盐度分布图

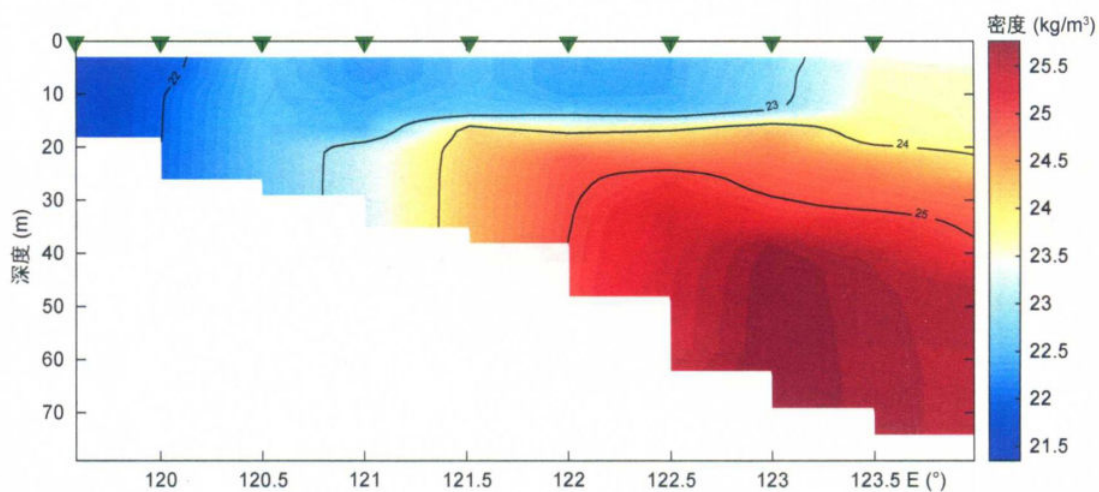


图 1.13 2014 年 5 月黄海 3500 断面海水密度分布图

(5) 3600 断面

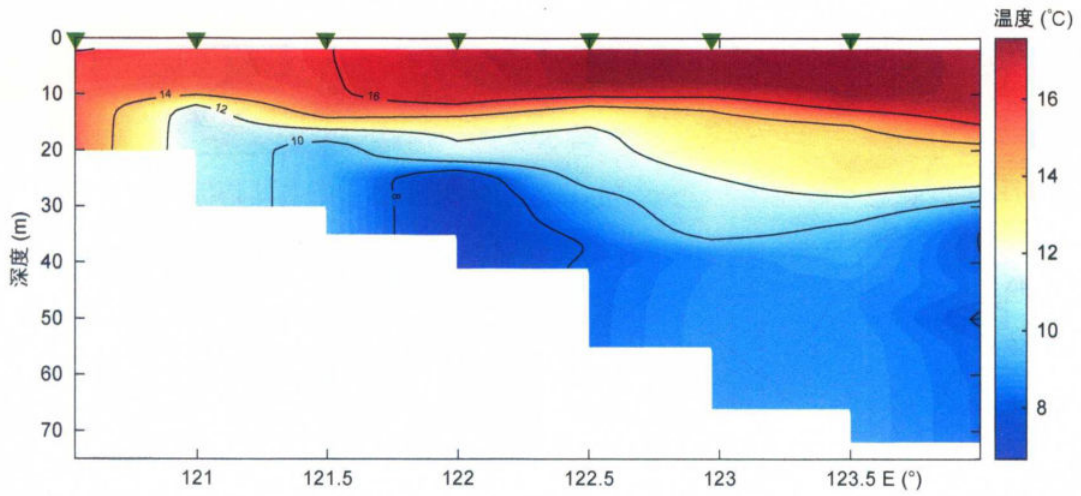


图 1.14 2014 年 5 月黄海 3600 断面温度分布图

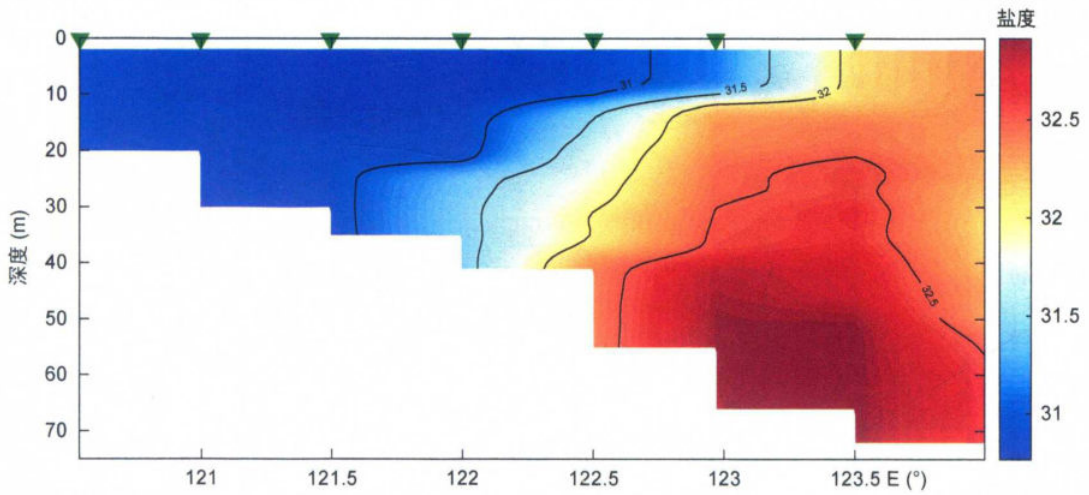


图 1.15 2014 年 5 月黄海 3600 断面盐度分布图

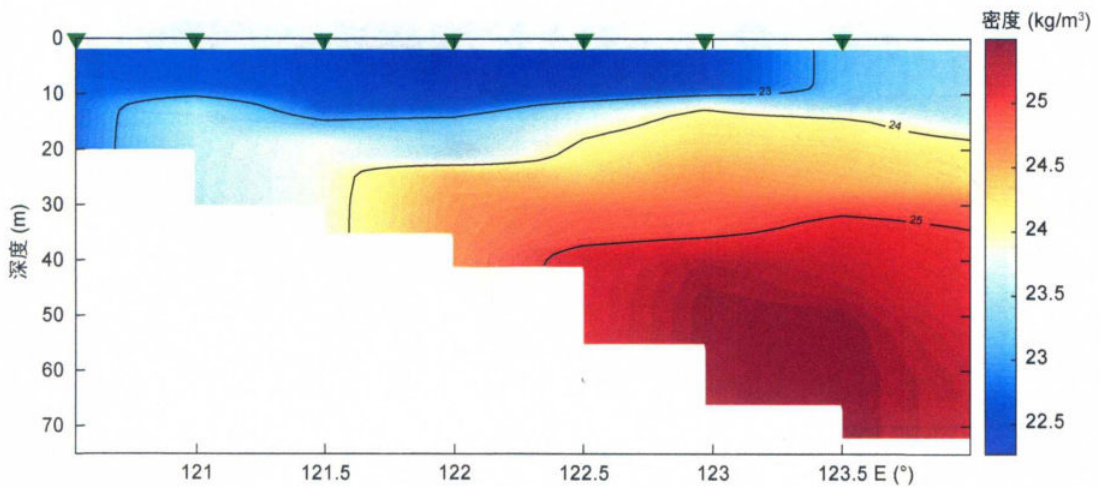


图 1.16 2014 年 5 月黄海 3600 断面海水密度分布图