

环境科学

(HUANJING KEXUE)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

第33卷 第1期

Vol.33 No.1

2012

中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版



目次

30年来中国民航运输行业的大气污染物排放	何吉成(1)
北京上甸子站气相色谱法大气CH ₄ 和CO在线观测方法研究	汪巍,周凌晔,方双喜,张芳,姚波,刘立新(8)
2010年1月北京城区大气消光系数重建及其贡献因子	朱李华,陶俊,陈忠明,赵岳,张仁健,曹军骥(13)
广东东江流域多氯萘的大气沉降研究	王琰,李军,刘向,成志能,张瑞杰,张干(20)
塔克拉玛干沙尘暴源区空气微生物群落的代谢特征	段魏魏,娄恺,曾军,胡蓉,史应武,何清,刘新春,孙建,晁群芳(26)
紫外光降解对生物过滤塔去除氯苯性能的影响机制研究	王灿,席劲瑛,胡洪营,姚远(32)
春季黄渤海溶解有机碳的平面分布特征	丁雁雁,张传松,石晓勇,商荣宁(37)
春季胶州湾海水汞的形态研究	许廖奇,刘汝海,王金玉,汤爱坤,王舒(42)
丽江盆地地表-地下水的水化学特征及其控制因素	蒲焘,何元庆,朱国锋,张蔚,曹伟宏,常丽,王春风(48)
塔里木河下游输水间歇地下水埋深及化学组分的变化	陈永金,李卫红,董杰,刘加珍(55)
某危险废物填埋场地下水污染预测及控制模拟	马志飞,安达,姜永海,席北斗,李定龙,张进保,杨昱(64)
北京市城市降雨径流水质评价研究	侯培强,任玉芬,王效科,欧阳志云,周小平(71)
重庆市路面降雨径流特征及污染源解析	张千千,王效科,郝丽岭,侯培强,欧阳志云(76)
沉水植物床-固定化微生物技术在水源地修复中的应用研究	陈祈春,李正魁,王易超,吴凯,范念文(83)
Pd/TiO ₂ 对水体中2,4-二氯酚的催化加氢脱氯研究	张寅,邵芸,陈欢,万海勤,万玉秋,郑寿荣(88)
pH值对纳米零价铁吸附降解2,4-二氯苯酚的影响	冯丽,葛小鹏,王东升,汤鸿霄(94)
给水管网中耐氯性细菌的灭活特性研究	陈雨乔,段晓笛,陆品品,王茜,张晓健,陈超(104)
安徽省畜禽粪便污染耕地、水体现状及其风险评价	宋大平,庄大方,陈巍(110)
染整废水深度处理纳滤工艺膜污染成因分析	曹晓兵,李涛,周律,杨海军,王晓(117)
间歇式气水联合反冲洗生物炭池的试验研究	谢志刚,邱雪敏,赵燕玲(124)
pH及表面活性剂对诺氟沙星在海洋沉积物上吸附行为的影响	庞会玲,杨桂朋,高先池,曹晓燕(129)
硅在湖泊沉积物上的吸附特征及形态分布研究	吕昌伟,崔萌,高际玫,张细燕,万丽丽,何江,孟婷婷,白帆,杨旭(135)
农作物残体制备的生物质炭对水中亚甲基蓝的吸附作用	徐仁扣,赵安珍,肖双成,袁金华(142)
高分子固体废物基活性炭对有机染料的吸附解吸行为研究	廉菲,刘畅,李国光,刘一夫,李勇,祝凌燕(147)
活性污泥对四环素的吸附性能研究	陈瑞萍,张丽,于洁,陶芸,张忠品,李克勋,刘东方(156)
加油站油类污染物自然衰减现场试验研究	贾慧,武晓峰,胡黎明,刘培斌(163)
生物质炭对土壤中氯苯类物质生物有效性的影响及评价方法	宋洋,王芳,杨兴伦,卞永荣,谷成刚,谢祖彬,蒋新(169)
利用第二缺氧段硝酸盐氮浓度作为MUCT工艺运行控制参数	王晓玲,尹军,高尚(175)
数学模拟好氧颗粒污泥的形成及水力剪切强度对颗粒粒径的影响	董峰,张捍民,杨凤林(181)
不同污泥停留时间对城市污泥生物沥浸推流式运行系统的影响	刘奋武,周立祥,周俊,姜峰,王电站(191)
间歇曝气生物滤池生物除磷性能研究	曾龙云,杨春平,郭俊元,罗胜联(197)
鸡粪与互花米草沼渣混合发酵产甲烷的研究	陈广银,常志州,叶小梅,杜静,徐跃定,张建英(203)
北京市生活垃圾填埋场产甲烷不确定性定量评估	陈操操,刘春兰,李铮,王海华,张妍,王璐(208)
外加酶强化剩余污泥微生物燃料电池产电特性的研究	杨慧,刘志华,李小明,杨麒,方丽,黄华军,曾光明,李硕(216)
赤潮藻电致化学发光分子探针检测系统的构建	朱霞,甄毓,米铁柱,池振明,徐晓春(222)
邻苯二甲酸二丁酯对短裸甲藻的抑制机制研究	别聪聪,李锋民,王一斐,王昊云,赵雅茜,赵薇,王震宇(228)
纳米TiO ₂ 对短裸甲藻的毒性效应	李锋民,赵薇,李媛媛,田志佳,王震宇(233)
苏州河底泥3种内分泌干扰物的空间分布及环境风险	李洋,胡雪峰,王效举,茂木守,大塚宜寿,细野繁雄,杜艳,姜琪,李珊,冯建伟(239)
电子废物拆解区农业土壤中PCNs的污染水平、分布特征与来源解析	王学彤,贾金盼,李元成,孙阳昭,吴明红,盛国英,傅家谟(247)
洛阳市不同功能区道路灰尘重金属污染及潜在生态风险	刘德鸿,王发园,周文利,杨玉建(253)
湘江流域土壤重金属污染及其生态环境风险评价	刘春早,黄益宗,雷鸣,郝晓伟,李希,铁柏清,谢建治(260)
广西铅锡矿冶炼区土壤剖面及孔隙水中重金属污染分布规律	项萌,张国平,李玲,魏晓飞,蔡永兵(266)
缺氧条件下土壤砷的形态转化与环境行为研究	吴锡,许丽英,张雪霞,宋雨,王新,贾永锋(273)
可渗透反应复合电极法对铬(VI)污染土壤的电动修复	付融冰,刘芳,马晋,张长波,何国富(280)
胡敏酸对汞还原能力的测定和表征	江韬,魏世强,李雪梅,卢松,李梦婕,罗畅(286)
Zn(II)对生物质碳源处理酸性矿山排水中厌氧微生物活性影响	黎少杰,陈天虎,周跃飞,岳正波,金杰,刘畅(293)
油气田土壤样品中可培养丁烷氧化菌多样性研究	张莹,李宝珍,杨金水,汪双清,袁红莉(299)
利用PCR-DGGE分析未开发油气田地表微生物群落结构	满鹏,齐鸿雁,呼庆,马安周,白志辉,庄国强(305)
黄土高原六道沟流域8种植物根际细菌与AMF群落多样性研究	封晔,唐明,陈辉,丛伟(314)
鸡粪与猪粪所含土霉素在土壤中降解的动态变化及原因分析	张健,关连珠,颜丽(323)
杂质对废塑料裂解产物及污染物排放的影响	赵磊,王中慧,陈德珍,马晓波,栾健(329)
《环境科学》征稿简则(7)	
《环境科学》征订启事(19)	
信息(47,70,202,304)	

春季黄渤海溶解有机碳的平面分布特征

丁雁雁, 张传松, 石晓勇*, 商荣宁

(中国海洋大学海洋污染生态化学实验室, 青岛 266100)

摘要: 依据2010年4~5月对黄渤海调查所得的数据, 分析了黄渤海溶解有机碳(dissolved organic carbon, DOC)的含量及其平面分布特征, 并对其影响因素进行了初步探讨。结果表明, 2010年春季黄渤海DOC的浓度范围为 $0.96 \sim 4.71 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 平均浓度为 $2.27 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。平面分布上, DOC整体呈现南北近岸浓度高、中部外海浓度低的特点。在渤海西部近岸、山东半岛东部及长江口东北部均存在高值, 尤其是渤海西部近岸, DOC浓度最高达到 $4.71 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 这主要是受河流输入和沿岸流的影响; 低值区则主要集中在南黄海中部外海, DOC浓度普遍低于 $1.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

关键词: 溶解有机碳(DOC); 分布特征; 渤海; 黄海; 春季

中图分类号: X145 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2012)01-0037-05

Distribution of Dissolved Organic Carbon in the Bohai Sea and Yellow Sea in Spring

DING Yan-yan, ZHANG Chuan-song, SHI Xiao-yong, SHANG Rong-ning

(Laboratory of Marine Pollution Ecological Chemistry, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: Based on the data from cruises that carried out in the Yellow Sea and Bohai Sea from April to May, 2010, the horizontal distribution of DOC was studied. And the influencing factors were preliminary discussed. The results showed that the concentration of DOC in the Yellow Sea and Bohai Sea ranged from 0.96 to $4.71 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ in spring and the average content was $2.27 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. In horizontal distribution, the highest DOC content appeared in the coastal zones both in the south and the north and it tended to decrease toward the offshore in central section on the whole. The highest DOC value was in the nearshore in the western of Bohai Sea and eastern of Shandong Peninsula which was mainly affected by the terrestrial inputs and the offshore current, especially in the nearshore of the western of Bohai Sea, the highest DOC content was $4.71 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. The second highest DOC value was in the Northeast of Yangtze River Estuary which was mainly affected by the Yangtze River Diluted Water (YRDW). However, the low DOC content was mainly found in open seas in the central of the South Yellow Sea, and the DOC value was lower than $1.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Key words: dissolved organic carbon (DOC); distribution; Bohai Sea; Yellow Sea; spring

海洋有机碳(包括溶解有机碳和颗粒有机碳)是海洋生命的源泉^[1], 而海水中的溶解有机碳(DOC)约占海洋总有机碳的80%~95%^[2], 是世界上最大的有机碳库之一^[3], 其总量大致相当于全球大气中CO₂的含碳量^[4], 这一巨大含量使得DOC在海洋碳循环中扮演着十分重要的角色。此外, DOC的研究也是生物地球化学的重要研究内容, 在整个海洋生态系统中起着至关重要的作用, 它既可以表征水体中有机物含量和生物活动水平, 又为海洋生产力的研究提供基本参数, 还可判断海洋污染的程度^[5]。因此, 研究海水中DOC的含量及其分布, 对于了解局部海区的生物活动水平和初级生产力都具有重要意义。近年来国内外学者在有关DOC的来源、分布、影响因素及生物化学动力学等方面已经取得一系列的研究成果^[6~13]。而国内对DOC的研究起步较晚, 且研究区域多集中在南黄海^[9,10]和东海^[13], 在辽东湾^[1]也有报道, 但对于整个黄海和渤海的DOC数据资

料仍相对缺乏。

渤海地处温带, 平均水深18 m, 是我国最大的内海^[14], 接纳了海湾、河流等从陆地上带来的大量有机物质。而黄海则是一个半封闭的陆架浅海, 水交换周期较长^[15], 陆海相互作用强烈, 通常把山东半岛东端成山角与朝鲜半岛长山串连线, 将黄海分为北黄海和南黄海^[16], 北黄海的西北部经渤海海峡与渤海相通^[17]; 南黄海生态环境更为复杂, 有北上的黄海暖流、南下的沿岸流还有季节性的黄海冷水团存在^[18]。因而不同海区DOC的分布特征及其影响因素也有所不同。

本研究根据2010年春季对黄渤海大范围调查

收稿日期: 2011-03-16; 修订日期: 2011-05-13

基金项目: 国家重点基础研究发展规划(973)项目(2010CB428701); 山东省科技发展计划项目(2009GG10006010)

作者简介: 丁雁雁(1986~), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为海洋生物地球化学与海水分析化学, E-mail: youyuandingyan@163.com

* 通讯联系人, E-mail: shixy@ouc.edu.cn

所得的数据,初步分析了黄渤海 DOC 的含量及其平面分布特征,以期为进一步研究半封闭海区的溶解有机碳提供数据资料和理论基础.

1 材料与方法

1.1 站位布设

现场调查于2010年4月20日~5月7日在黄、渤海海域进行,调查船只为中国海洋大学“东方红2号”海洋科学考察船.调查范围覆盖北黄海、南黄海和渤海大部分区域,共设17条断面80个大面站(站位见图1).

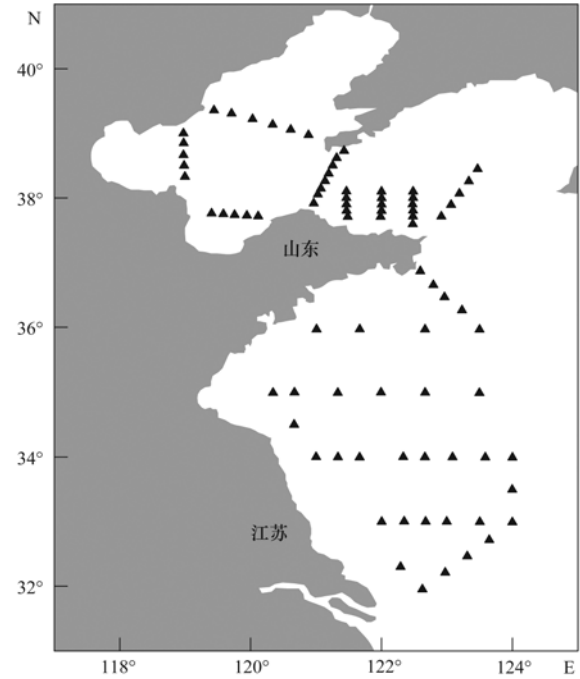


图1 黄渤海调查站位

Fig. 1 Sampling stations in the Yellow Sea and Bohai Sea

1.2 样品采集与测定

调查过程中,使用 SeaBird 911- Plus CTD 现场测定深度、温度、和盐度.同时用 Niskin 采水器采集各层次水样,水样立即用 Whatman GF/F 滤膜(预先于450℃灼烧6 h)在全玻过滤器上抽滤,滤液转移至玻璃瓶(450℃灼烧6 h)中,加入饱和 HgCl₂ 溶液,冷冻保存.

溶解有机碳的测定采用高温催化氧化法,滤液充分解冻并经室温下平衡后在岛津总有机碳分析仪 TOC-VCPH 上以邻苯二甲酸氢钾为标准溶液测定样品中的溶解有机碳,其测定相对标准偏差 <2%. 本研究中所需的其它相关参数的测定均依据《海洋调查规范》或相关国际通用方法进行^[19~21].

2 结果与讨论

2.1 DOC 各层浓度变化特征

表1列出了调查海区及各层次海水中溶解有机碳(DOC)的浓度变化范围及平均值.整个调查海区 DOC 的浓度(以 C 计,下同)为 0.96 ~ 4.71 mg·L⁻¹,平均浓度为(2.27 ± 0.61) mg·L⁻¹.从各层 DOC 平均值上来看,表层、10 m 层浓度较高,随深度的增加,浓度逐渐降低,到底层时浓度又有所回升,与 10 m 层的相当.就 DOC 浓度变化范围而言,由表及底,DOC 的浓度变化范围呈先减小后增加的规律.具体来说,表层 DOC 的浓度变化范围最大,变幅高达 2.60 mg·L⁻¹; 10 m 层 DOC 浓度变化范围小于表层; 20 m 层 DOC 的浓度变化范围为各层中最小,变幅仅为 1.89 mg·L⁻¹; 而后 DOC 的浓度变化范围随着水深的增加又逐渐变大,至底层时,DOC 的浓度变幅高达 2.40 mg·L⁻¹,仅次于表层的最大变幅.总之,表层、10 m 层平均浓度、变化范围如此之大,说明陆源输入对渤海、黄海海域 DOC 的含量影响较大;而底层 DOC 浓度的回升,究其原因应该是由于调查海域水深较浅,各种生物体增加生物扰动作用强烈、沉积物间隙水中 DOC 向上释放等诸多因素共同作用的结果.

表1 调查海区内 DOC 的浓度¹⁾

Table 1 Contents of DOC in the survey area			
项目	站位数	c/mg·L ⁻¹	
		浓度范围	平均值 ± S. D.
表层	80	1.04 ~ 3.74	2.30 ± 0.56
10 m 层	73	1.08 ~ 3.35	2.24 ± 0.54
20 m 层	30	1.34 ~ 3.23	2.17 ± 0.59
30 m 层	30	0.96 ~ 3.10	2.10 ± 0.56
底层	80	0.98 ~ 3.38	2.23 ± 0.53
水柱平均	80	0.96 ~ 4.71	2.27 ± 0.61

1) 表中平均值为算术平均值.

2.2 比其他海区的比较

表2列出了本次调查研究黄渤海 DOC 数据与以往历史数据及中国近海其他海区的比较.本次调查所得渤海海区 DOC 的浓度与王江涛等^[22]在1998年调查的鸭绿江口附近 DOC 浓度接近;略高于辽东湾^[1]、黄河口^[23] DOC 的浓度;与白洁等^[24]在1999年相同季节、相同海域得到的 DOC 浓度相比,本次调查则要高出许多.这是因为渤海为中国内海,较为封闭,受陆源输入的影响较大,而且白洁等^[24]调查时间较本航次调查时间要早 10 a,经济的发展及人类活动影响程度的加大都直接或间接的导致

表 2 不同海区 DOC 浓度

调查区域	c/mg·L ⁻¹		文献
	浓度范围	平均值	
黄海(春季)	0.96~4.25	2.11	本研究
渤海(春季)	2.01~4.71	2.65	本研究
渤海(春季)	1.33~3.03	2.01	[24]
辽东湾(夏季)	2.1~3.4	—	[1]
青岛近海(春季)	1.38~2.12	1.59	[28]
南黄海(夏季)	1.05~4.08	—	[25]
南黄海(秋末冬初)	1.62~2.42	2.02	[9]
黄河口	1.97~4.83	—	[23]
鸭绿江口	2.10~2.88	2.45	[22]
厦门西海域	1.00~8.78	3.00	[26]
东海	0.78~0.90	—	[6]
南海	0.84~1.02	—	[27]

上述现象的发生. 本次调查黄海海域的 DOC 浓度与 1999 年南黄海夏季较为接近^[25], 高于 2006 年南黄海秋末冬初的浓度^[9], 低于厦门西海域的浓度^[26]对整个黄渤海调查海域来讲, DOC 的浓度要明显高于东海^[6]、南海^[27]等较为开阔的海区. 这是由于黄海与渤海相连, 相对东海、南海等海区仍是半封闭的陆架浅海, 受陆源输入、人类活动影响较大, 水更新周期较长所致. 这也充分显示了黄渤海具有典型半封闭陆架浅海的特征.

2.3 DOC 平面分布特征

图 2 为春季黄渤海各层次 DOC 的平面分布图. 从中可以看出, 各层 DOC 整体上呈现南北近岸浓度较高、中部外海浓度较低的趋势. 渤海西部及山东半岛附近各层 DOC 浓度都很高, 最高值达 4.71

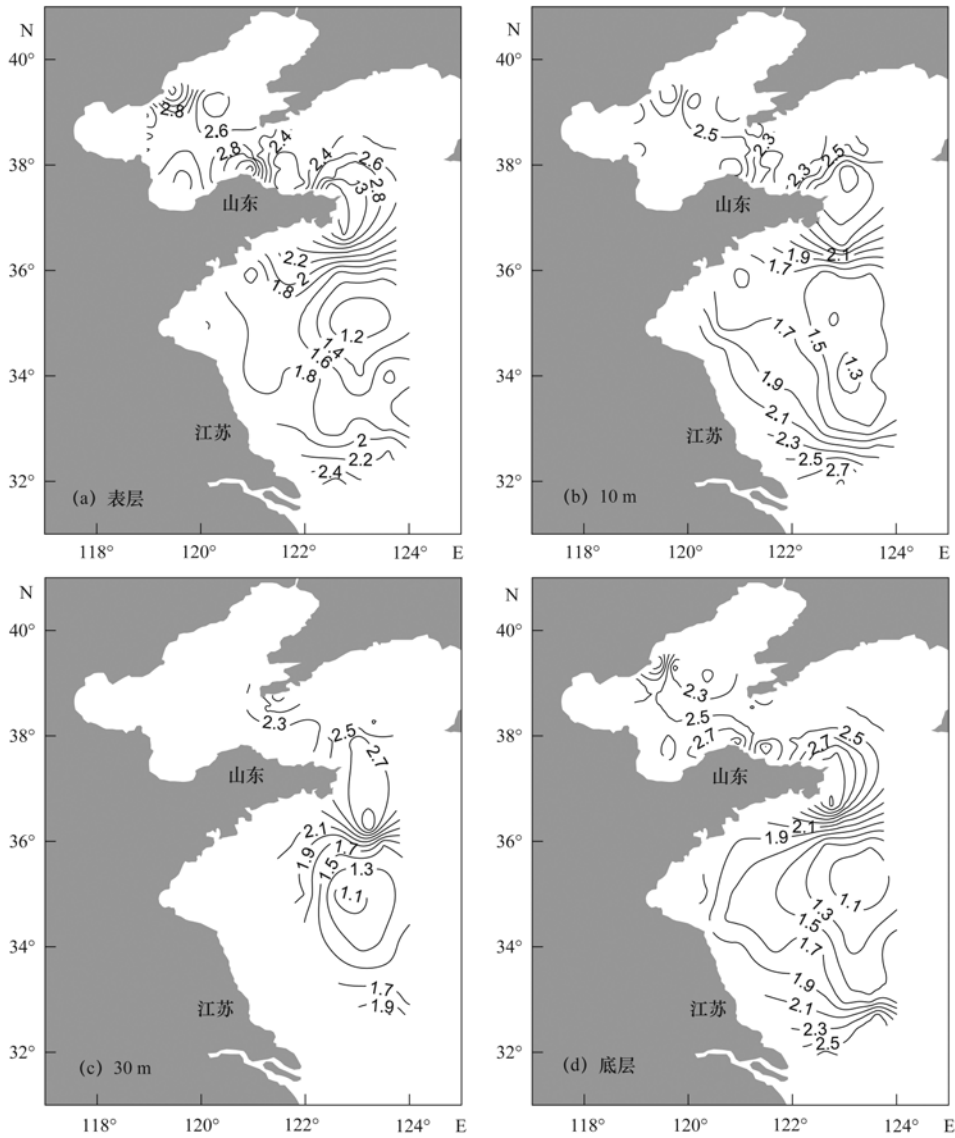


图 2 表层、10 m 层、30 m 层和底层 DOC 的平面分布

Fig. 2 Horizontal distribution of DOC in surface layer, 10 m layer, 30 m layer and bottom layer

$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$. 此外,长江口东北部 DOC 浓度也较高. 而低值区则主要集中在南黄海中部 $34^{\circ} \sim 36^{\circ} \text{N}$, $122^{\circ} \sim 124^{\circ} \text{E}$ 之间的海域.

图 2(a) 为 2010 年黄渤海春季表层 DOC 的等值线图,其平面分布整体呈现南北高、中部低,近岸高、外海低的分布趋势. 具体来说,渤海海域 DOC 浓度普遍较高,其平面分布呈现由渤海近岸向中心海域递减的变化趋势,该海域 DOC 高值集中在渤海西部及渤海海峡南部的近岸区域,高值区中心 DOC 浓度分别为 $3.74 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $3.51 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,最大值出现在渤海西部近岸的 B18 站 (39.3°N , 119.4°E); 黄海海域 DOC 分布特征与渤海类似,基本呈现由近岸向外海降低的变化趋势,其中山东半岛东部近岸出现高值区,最高浓度 $> 3.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,此外,南黄海长江口东北部 DOC 浓度也比较高. 低值区则主要出现在黄海海域中部 $34^{\circ} \sim 36^{\circ} \text{N}$, 122°E 以东的海域, DOC 浓度 $< 1.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

10 m 层[图 2(b)]与表层相比,DOC 整体浓度略有降低,但差别不大. 其平面分布特征和高值区域与表层基本一致,但在细节方面存在一定的差异,差异之处主要表现在:渤海西部近岸区 DOC 浓度较表层低了很多;南黄海长江口东北部 DOC 浓度相比表层有所升高,高值中心 DOC 浓度达 $2.89 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (该层次 DOC 浓度最大值为 $3.35 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$); DOC 低值区范围较表层也有所扩大,向南可延伸至 33°N 附近.

30 m 层[图 2(c)]由于水深较浅,采样深度有限,导致其分布只局限于黄海海域. 其平面分布特征与表层同海域的分布基本相近,山东半岛东部海域仍然是 DOC 浓度高值存在区,最大值出现在山东半岛东部的 B01 站 (36.2°N , 123.2°E),为 $3.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. 但该层出现了与 10 m 层不同的现象:山东半岛附近高值区较 10 m 层有明显的南移倾向,高值范围向南延伸到 36°N 附近;南黄海中部低值区范围较 10 m 层又有所缩小,但与表层相一致,最低值出现在南黄海中部的 H12 站 (35°N , 122.7°E),浓度为 $0.96 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. 此外,南黄海长江口东北部 DOC 等值线变得很稀疏并明显向北退缩,这点与表层和 10 m 层均存在差异,DOC 浓度也较表层和 10 m 层低了许多,此处 DOC 浓度最大值仅为 $2.12 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

底层[图 2(d)]整体而言,其分布特征与表层和 10 m 层基本一致,DOC 浓度等值线与海岸线近乎平行,近岸高、外海低的趋势更为明显. 高值区域和低值区域也与表层和 10 m 层相吻合,渤海西部近岸依然是渤海海域 DOC 的高值区,该海域 DOC 浓

度最大值出现在 B18 站 (39.4°N , 119.4°E); 黄海海域山东半岛东部仍为 DOC 浓度高值区,高值中心浓度达 $3.38 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,另外长江口东北部存在该海域 DOC 的次高值区 ($> 2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$). 而低值区仍集中在南黄海中部海区.

黄渤海春季 DOC 之所以呈现上述分布特征,不同海区其影响因素是不同的. 渤海海域 DOC 浓度高是因为渤海为近封闭内海,水交换很慢,渤海周围有诸如滦河、黄河等多条河流注入,一般情况下,河流中的 DOC 含量要比海洋高出很多^[1],如黄河夏季水体 DOC 为 $2.20 \sim 17.11 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ^[29],所以渤海海域接受了河流输入的大量溶解有机物导致各层次 DOC 浓度都很高;此外,春季渤海海域大型底栖生物数量增多^[30],生物扰动作用增强是此处 DOC 浓度高的又一原因. 而黄海海域山东半岛附近高值很可能是高 DOC 含量的水体平流引起的,Wiebinga 等^[31]指出高有机碳的局部水体很可能是高 DOC 水体的平流所致,而且此处地处北黄海,与渤海相通,受高 DOC 含量的鲁北沿岸流影响较大,同时 10 m 层高值站位较表层向北偏移,也说明高 DOC 含量的沿岸流是此处出现高值的主要原因之一.

对于长江口东北部出现的高值,10 m 以上浅海域可能是由于春季多偏南风使得长江冲淡水有向东北偏转的趋势,从而携带大量溶解有机质入海,这点可从同期的表层盐度分布(图 3)中得到证实;对于此处底层存在高值,除受到长江冲淡水的影响之外,沉积物再悬浮作用较强也是高值产生的另一个重要

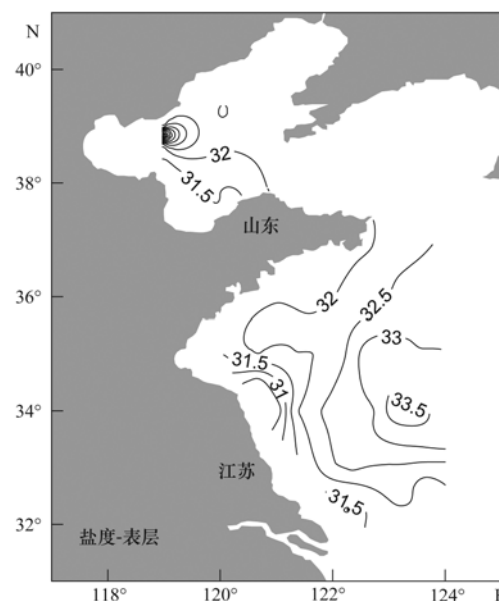


图 3 表层盐度的平面分布

Fig. 3 Horizontal distribution of salinity in surface layer

原因. 而南黄海中部 $34^{\circ} \sim 36^{\circ}\text{N}$, $122^{\circ} \sim 124^{\circ}\text{E}$ 之间的海域出现 DOC 低值区的可能原因是此处仍有冬季遗留下来的黄海暖流水, 而来自外海的黄海暖流水具有低溶解有机碳的特性, 对该海域的 DOC 含量起到了一定的稀释作用.

3 结论

(1) 2010 年春季黄渤海 DOC 的浓度范围为 $0.96 \sim 4.71 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 平均浓度为 $2.27 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 略高于以前研究的数据.

(2) DOC 平面分布基本呈现南北近岸浓度高、中部外海浓度低的特点. 在渤海西部近岸、山东半岛东部和长江口东北部均存在高值, 尤其是在渤海西部近岸最高浓度达到 $4.71 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 这主要是受到陆源输入(包括河流输入)和沿岸流的影响; 而南黄海中部出现 DOC 的低值区, DOC 浓度普遍低于 $1.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 这主要是因为冬季残余的低 DOC 含量黄海暖流水对该海域 DOC 起到了一定的稀释作用.

致谢: 感谢“东方红 2”号上的全体工作人员在采样过程中给予的支持与帮助.

参考文献:

- [1] 马士德, 谢肖勃, 朱素兰. 辽东湾海域海水 DOC, POC 及间隙水中的 DOC 分布特征 [J]. 海洋科学, 1995, **19**(6): 46-50.
- [2] Duursma E K, Dawson R. Marine organic chemistry [M]. Elsevier Oceanography Series, 31, Elsevier Scientific Publishing Company, 1981. 415-437.
- [3] Toggweiler J R. Deep-sea carbon, A burning issue [J]. Nature, 1988, **334**(6182): 468-468.
- [4] Hedges J I. Global biogeochemical cycles: progress and problems [J]. Marine Chemistry, 1992, **39**(1-3): 67-93.
- [5] Collins K J, Le P J, Williams B. An automated photochemical method for the determination of dissolved organic carbon in sea and estuarine waters [J]. Marine Chemistry, 1977, **5**(2): 123-141.
- [6] Chen Y, Zhang Y, Jiao N Z. Responses of aerobic and oxygenic phototrophic bacteria to algal blooms in the East China Sea [J]. Hydrobiologia, 2011, **661**(1): 435-443.
- [7] Santinelli C, Nannicini L, Seritti A. DOC dynamics in the meso and bathypelagic layers of the Mediterranean Sea [J]. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 2010, **57**(16): 1446-1459.
- [8] Wang X C, Chen R F, Gardner B G. Sources and transport of dissolved and particulate organic carbon in the Mississippi River estuary and adjacent coastal waters of the northern Gulf of Mexico [J]. Marine Chemistry, 2004, **89**(1-4): 241-256.
- [9] 贺志鹏, 宋金明, 张乃星. 南黄海溶解有机碳的生物地球化学特征分析 [J]. 海洋科学进展, 2006, **24**(4): 478-488.
- [10] 谢琳萍, 魏修华, 王宗灵, 等. 夏季南黄海总有机碳的分布特征及其影响因素 [J]. 海洋科学进展, 2008, **26**(4): 497-505.
- [11] 张龙军, 张向上, 王晓亮, 等. 黄河口有机碳的时空输运特征及其影响因素分析 [J]. 水科学进展, 2007, **18**(5): 674-682.
- [12] 倪建宇, Maggiulli M. 赤道东北太平洋沉积物间隙水中溶解有机碳的分布特征 [J]. 海洋学报 (中文版), 2007, **29**(1): 155-160.
- [13] Ogawa H, Usui T, Koike I. Distribution of dissolved organic carbon in the East China Sea [J]. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 2003, **50**(2): 353-366.
- [14] 赵亮, 魏皓, 冯士筜. 渤海氮磷营养盐的循环和收支 [J]. 环境科学, 2002, **23**(1): 78-81.
- [15] Park Y C, Choi J K. Oceanographical consideration on waste disposal in the marine environment [J]. Journal of the Korean Society of Oceanography, 1993, **28**: 142-152.
- [16] 宋金明. 中国近海沉积物—海水界面化学 [M]. 北京: 海洋出版社, 1997. 1-3.
- [17] 臧璐, 石晓勇, 张传松, 等. 冬、夏季北黄海生源要素的平面分布特征 [J]. 海洋环境科学, 2010, **29**(3): 346-350.
- [18] 郑国侠, 宋金明, 戴纪翠, 等. 南黄海秋季叶绿素 a 的分布特征与浮游植物的固碳强度 [J]. 海洋学报, 2006, **28**(3): 109-118.
- [19] Grasshoff K, Kremling K, Ehrhardt M. Methods of seawater analysis [M]. Chichester: John Wiley & Sons, 1999. 201-223.
- [20] Parsons T R, Maita Y, Lalli C M. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis [M]. New York: Pergamon Press, 1984.
- [21] GB 17378. 7-1998, 海洋监测规范 [S].
- [22] 王江涛, 于志刚, 张经. 鸭绿江口溶解有机碳的研究 [J]. 青岛海洋大学学报 (自然科学版), 1998, **28**(3): 471-475.
- [23] 张向上. 黄河口有机碳的时空分布及影响因素研究 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2004.
- [24] 白洁, 李岩然, 李正炎, 等. 渤海春季浮游细菌分布与生态环境因子的关系 [J]. 青岛海洋大学学报 (自然科学版), 2003, **33**(6): 841-846.
- [25] 李丽, 张正斌, 刘莲生, 等. 南黄海胶体有机碳和溶解有机碳的分布 [J]. 青岛海洋大学学报 (自然科学版), 1999, **29**(2): 321-324.
- [26] 徐立, 洪华生. 厦门西海域有机碳存在形态分布和垂直通量研究 [J]. 厦门大学学报 (自然科学版), 1994, **33**(增刊): 1-6.
- [27] Hung J J, Wang S M, Chen Y L. Biogeochemical controls on distributions and fluxes of dissolved and particulate organic carbon in the Northern South China Sea [J]. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 2007, **54**(14-15): 1486-1503.
- [28] 梁成菊. 青岛近海有机碳的分布特征及影响因素 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2008.
- [29] Thurman E M. Amount of organic carbon in natural waters [A]. In: Junk W. Organic geochemistry of natural waters [M]. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1984. 7-65.
- [30] 王瑜, 刘录三, 刘存歧, 等. 渤海湾近岸海域春季大型底栖动物群落特征 [J]. 环境科学研究, 2010, **23**(4): 430-436.
- [31] Wiebinga C J, De Baar H J W. Determination of the distribution of dissolved organic carbon in the Indian sector of the Southern Ocean [J]. Marine Chemistry, 1998, **61**(3-4): 185-201.

CONTENTS

Air Pollutant Emissions of Aircraft in China in Recent 30 Years	HE Ji-cheng (1)
Study on the <i>in-situ</i> Measurement of Atmospheric CH ₄ and CO by GC-FID Method at the Shangdianzi GAW Regional Station	WANG Wei, ZHOU Ling-xi, FANG Shuang-xi, <i>et al.</i> (8)
Reconstructed Ambient Light Extinction Coefficient and Its Contribution Factors in Beijing in January, 2010	ZHU Li-hua, TAO Jun, CHEN Zhong-ming, <i>et al.</i> (13)
Atmospheric Deposition of Polychlorinated Naphthalenes in Dongjiang River Basin of Guangdong Province	WANG Yan, LI Jun, LIU Xiang, <i>et al.</i> (20)
Metabolic Characteristics of Air Microbial Communities from Sandstorm Source Areas of the Taklamakan Desert ...	DUAN Wei-wei, LOU Kai, ZENG Jun, <i>et al.</i> (26)
Mechanisms of UV Photodegradation on Performance of a Subsequent Biofilter Treating Gaseous Chlorobenzene ...	WANG Can, XI Jin-ying, HU Hong-ying, <i>et al.</i> (32)
Distribution of Dissolved Organic Carbon in the Bohai Sea and Yellow Sea in Spring	DING Yan-yan, ZHANG Chuan-song, SHI Xiao-yong, <i>et al.</i> (37)
Research on the Mercury Species in Jiaozhou Bay in Spring	XU Liao-qi, LIU Ru-hai, WANG Jin-yu, <i>et al.</i> (42)
Geochemistry of Surface and Ground Water in the Lijang Basin, Northwest Yunnan	PU Tao, HE Yuan-qing, ZHU Guo-feng, <i>et al.</i> (48)
Variations in Depth and Chemistry of Groundwater in Interval of Water Delivery at the Lower Tarim River	CHEN Yong-jin, LI Wei-hong, DONG Jie, <i>et al.</i> (55)
Simulation on Contamination Forecast and Control of Groundwater in a Certain Hazardous Waste Landfill	MA Zhi-fei, AN Da, JIANG Yong-hai, <i>et al.</i> (64)
Research on Evaluation of Water Quality of Beijing Urban Stormwater Runoff	HOU Pei-qiang, REN Yu-fen, WANG Xiao-ke, <i>et al.</i> (71)
Characterization and Source Apportionment of Pollutants in Urban Roadway Runoff in Chongqing	ZHANG Qian-qian, WANG Xiao-ke, HAO Li-ling, <i>et al.</i> (76)
Applied Study of the Submerged Macrophytes Bed-Immobilized Bacteria in Drinking Water Restoration	CHEN Qi-chun, LI Zheng-kui, WANG Yi-chao, <i>et al.</i> (83)
Catalytic Hydrodechlorination of 2,4-Dichlorophenol over Pd/TiO ₂	ZHANG Yin, SHAO Yun, CHEN Huan, <i>et al.</i> (88)
Effects of pH Value on the Adsorption and Degradation of 2,4-DCP by Nanoscale Zero-Valent Iron	FENG Li, GE Xiao-peng, WANG Dong-sheng, <i>et al.</i> (94)
Inactivation of the Chlorine-resistant Bacteria Isolated from the Drinking Water Distribution System	CHEN Yu-qiao, DUAN Xiao-di, LU Pin-pin, <i>et al.</i> (104)
Risk Assessment of the Farmland and Water Contamination with the Livestock Manure in Anhui Province	SONG Da-ping, ZHUANG Da-fang, CHEN Wei (110)
Analysis of Membrane Fouling Genesis in Nanofiltration Process for Advanced Treatment of Dyeing and Finishing Wastewater	CAO Xiao-bing, LI Tao, ZHOU Lü, <i>et al.</i> (117)
Experimental Research on Combined Water and Air Backwashing Reactor Technology for Biological Activated Carbon	XIE Zhi-gang, QIU Xue-min, ZHAO Yan-ling (124)
Impacts of pH and Surfactants on Adsorption Behaviors of Norfloxacin on Marine Sediments	PANG Hui-ling, YANG Gui-peng, GAO Xian-chi, <i>et al.</i> (129)
Adsorption Characteristic and Form Distribution of Silicate in Lakes Sediments	LÜ Chang-wei, CUI Meng, GAO Ji-mei, <i>et al.</i> (135)
Adsorption of Methylene Blue from Water by the Biochars Generated from Crop Residues	XU Ren-kou, ZHAO An-zhen, XIAO Shuang-cheng, <i>et al.</i> (142)
Adsorption and Desorption of Dyes by Waste-Polymer-Derived Activated Carbons	LIAN Fei, LIU Chang, LI Guo-guang, <i>et al.</i> (147)
Study on the Sorption Behavior of Tetracycline onto Activated Sludge	CHEN Rui-ping, ZHANG Li, YU Jie, <i>et al.</i> (156)
<i>In situ</i> Experimental Research on Natural Attenuation of Oil Pollutants in a Gas Station	JIA Hui, WU Xiao-feng, HU Li-ming, <i>et al.</i> (163)
Influence and Assessment of Biochar on the Bioavailability of Chlorobenzenes in Soil	SONG Yang, WANG Fang, YANG Xing-lun, <i>et al.</i> (169)
Control for MUCT Process Operation Using Nitrate Concentration in the Secondary Anoxic Zone	WANG Xiao-ling, JIN Yun, GAO Shang (175)
Modeling Formation of Aerobic Granule and Influence of Hydrodynamic Shear Forces on Granule Diameter	DONG Feng, ZHANG Han-min, YANG Feng-lin (181)
Effect of Different Sludge Retention Time (SRT) on Municipal Sewage Sludge Bioleaching Continuous Plug Flow Reaction System	LIU Fen-wu, ZHOU Li-xiang, ZHOU Jun, <i>et al.</i> (191)
Biological Phosphorus Removal in Intermittent Aerated Biological Filter	ZENG Long-yun, YANG Chun-ping, GUO Jun-yuan, <i>et al.</i> (197)
Methane Production by Anaerobic Co-digestion of Chicken Manure and <i>Spartina alterniflora</i> Residue After Producing Methane	CHEN Guang-yin, CHANG Zhi-zhou, YE Xiao-mei, <i>et al.</i> (203)
Uncertainty Analysis for Evaluating Methane Emissions from Municipal Solid Waste Landfill in Beijing	CHEN Cao-cao, LIU Chun-lan, LI Zheng, <i>et al.</i> (208)
Electricity Generation of Surplus Sludge Microbial Fuel Cells Enhanced by Additional Enzyme	YANG Hui, LIU Zhi-hua, LI Xiao-ming, <i>et al.</i> (216)
Construction of Electrochemiluminescence System for Harmful Algae Detection	ZHU Xia, ZHEN Yu, MI Tie-zhu, <i>et al.</i> (222)
Mechanism of the Inhibitory Action of Allelochemical Dibutyl Phthalate on Algae <i>Gymnodinium breve</i>	BIE Cong-cong, LI Feng-min, WANG Yi-fei, <i>et al.</i> (228)
Toxic Effects of Nano-TiO ₂ on <i>Gymnodinium breve</i>	LI Feng-min, ZHAO Wei, LI Yuan-yuan, <i>et al.</i> (233)
Spatial Distribution of Three Endocrine Disrupting Chemicals in Sediments of the Suzhou Creek and Their Environmental Risks	LI Yang, HU Xue-feng, OH Kokyo, <i>et al.</i> (239)
Level, Distribution, and Source Identification of Polychlorinated Naphthalenes in Surface Agricultural Soils from an Electronic Waste Recycling Area	WANG Xue-tong, JIA Jin-pan, LI Yuan-cheng, <i>et al.</i> (247)
Heavy Metal Pollution in Street Dusts from Different Functional Zones of Luoyang City and Its Potential Ecological Risk	LIU De-hong, WANG Fa-yuan, ZHOU Wen-li, <i>et al.</i> (253)
Soil Contamination and Assessment of Heavy Metals of Xiangjiang River Basin	LIU Chun-zao, HUANG Yi-zong, LEI Ming, <i>et al.</i> (260)
Characteristics of Heavy Metals in Soil Profile and Pore Water Around Hechi Antimony-Lead Smelter, Guangxi, China	XIANG Meng, ZHANG Guo-ping, LI Ling, <i>et al.</i> (266)
Speciation Transformation and Behavior of Arsenic in Soils Under Anoxic Conditions	WU Xi, XU Li-ying, ZHANG Xue-xia, <i>et al.</i> (273)
Remediation of Chromium(VI) Contaminated Soils Using Permeable Reactive Composite Electrodes Technology	FU Rong-bing, LIU Fang, MA Jin, <i>et al.</i> (280)
Determination and Characterization on the Capacity of Humic Acid for the Reduction of Divalent Mercury	JIANG Tao, WEI Shi-qiang, LI Xue-mei, <i>et al.</i> (286)
Effect of Zn (II) on Microbial Activity in Anaerobic Acid Mine Drainage Treatment System with Biomass as Carbon Source	LI Shao-jie, CHEN Tian-hu, ZHOU Yue-fei, <i>et al.</i> (293)
Diversity of Culturable Butane-oxidizing Bacteria in Oil and Gas Field Soil	ZHANG Ying, LI Bao-zhen, YANG Jin-shui, <i>et al.</i> (299)
Microbial Community Structure Analysis of Unexploited Oil and Gas Fields by PCR-DGGE	MAN Peng, QI Hong-yan, HU Qing, <i>et al.</i> (305)
Community Diversity of Bacteria and Arbuscular Mycorrhizal Fungi in the Rhizosphere of Eight Plants in Liudaogou Watershed on the Loess Plateau China	FENG Ye, TANG Ming, CHEN Hui, <i>et al.</i> (314)
Dynamics of Degradation of Oxytetracycline of Pig and Chicken Manures in Soil and Mechanism Investigation	ZHANG Jian, GUAN Lian-zhu, YAN Li (323)
Influence of Impurities on Waste Plastics Pyrolysis: Products and Emissions	ZHAO Lei, WANG Zhong-hui, CHEN De-zhen, <i>et al.</i> (329)

《环境科学》第6届编辑委员会

主 编: 欧阳自远

副主编: 赵景柱 郝吉明 田 刚

编 委: (按姓氏笔画排序)

万国江 王华聪 王凯军 王绪绪 田 刚 田 静 史培军
朱永官 刘志培 汤鸿霄 陈吉宁 孟 伟 周宗灿 林金明
欧阳自远 赵景柱 姜 林 郝郑平 郝吉明 聂永丰 黄 霞
黄 耀 鲍 强 潘 纲 潘 涛 魏复盛

环 境 科 学

(HUANJING KEXUE)

(月刊 1976年8月创刊)

2012年1月15日 33卷 第1期

ENVIRONMENTAL SCIENCE

(Monthly Started in 1976)

Vol. 33 No. 1 Jan. 15, 2012

主 管	中国科学院	Superintended	by	Chinese Academy of Sciences
主 办	中国科学院生态环境研究中心	Sponsored	by	Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences
协 办	(以参加先后为序) 北京市环境保护科学研究院 清华大学环境学院	Co-Sponsored	by	Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection School of Environment, Tsinghua University
主 编	欧阳自远	Editor-in -Chief		OUYANG Zi-yuan
编 辑	《环境科学》编辑委员会 北京市2871信箱(海淀区双清路 18号, 邮政编码: 100085) 电话: 010-62941102, 010-62849343 传真: 010-62849343 E-mail: hjkx@ rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn	Edited	by	The Editorial Board of Environmental Science (HUANJING KEXUE) P. O. Box 2871, Beijing 100085, China Tel: 010-62941102, 010-62849343; Fax: 010-62849343 E-mail: hjkx@ rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn
出 版	科 学 出 版 社 北京东黄城根北街16号 邮政编码: 100717	Published	by	Science Press 16 Donghuangchenggen North Street , Beijing 100717, China
印 刷 装 订	北京北林印刷厂	Printed	by	Beijing Bei Lin Printing House
发 行	科 学 出 版 社 电话: 010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com	Distributed	by	Science Press Tel: 010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com
订 购 处	全国各地邮电局	Domestic		All Local Post Offices in China
国外总发行	中国国际图书贸易总公司 (北京399信箱)	Foreign		China International Book Trading Corporation (Guoji Shudian) , P. O. Box 399, Beijing 100044, China

中国标准刊号: ISSN 0250-3301
CN 11-1895/X

国内邮发代号: 2-821

国内定价: 70.00元

国外发行代号: M 205

国内外公开发行