

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

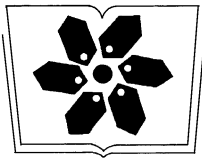
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第17期 Vol.31 No.17 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 17 期

2011 年 9 月 (半月刊)

目 次

海洋生态资本理论框架下海洋生物资源的存量评估·····	任大川,陈 尚,夏 涛,等 (4805)
内生真菌对羽茅生长及光合特性的影响·····	贾 彤,任安芝,王 帅,等 (4811)
基于遥感图像处理技术胡杨叶气孔密度的估算及其生态意义·····	蒋圣淇,赵传燕,赵 阳,等 (4818)
水文变异下的黄河流域生态流量·····	张 强,李剑锋,陈晓宏,等 (4826)
黄河三角洲重度退化滨海湿地盐地碱蓬的生态修复效果·····	管 博,于君宝,陆兆华,等 (4835)
浙江省某 PCBs 废物储存点对其邻近滩涂生态系统的毒性风险·····	何闪英,陈昆柏 (4841)
鄱阳湖苔草湿地甲烷释放特征·····	胡启武,朱丽丽,幸瑞新,等 (4851)
三峡库区银鱼生长特点及资源分析·····	邵晓阳,黎道峰,谭 路,等 (4858)
低温应激对吉富罗非鱼血清生化指标及肝脏 HSP70 基因表达的影响 ···	刘 波,王美姝,谢 骏,等 (4866)
Cd ²⁺ 对角突臂尾轮虫和曲腿龟甲轮虫的急性毒性和生命表统计学参数的影响 ·····	许丹丹,席貽龙,马 杰,等 (4874)
圈养梅花鹿 BDNF 基因多态性与日常行为性状的关联分析 ·····	吕慎金,杨 燕,魏万红 (4881)
华北平原玉米田生态系统光合作用特征及影响因素 ·····	同小娟,李 俊,刘 渡 (4889)
长期施肥对麦田大型土壤动物群落结构的影响 ·····	谷艳芳,张 莉,丁圣彦,等 (4900)
蚯蚓对湿地植物光合特性及净化污水能力的影响·····	徐德福,李映雪,王让会,等 (4907)
三种农药对红裸须摇蚊毒力和羧酸酯酶活性的影响 ·····	方国飞 (4914)
六星黑点豹蠹蛾成虫生殖行为特征与性趋向·····	刘金龙,宗世祥,张金桐,等 (4919)
除草剂胁迫对空心莲子草叶甲种群的影响及应对策略·····	刘雨芳,彭梅芳,王成超,等 (4928)
荒漠植物准噶尔无叶豆结实、结籽格局及其生态适应意义 ·····	施 翔,王建成,张道远,等 (4935)
限水灌溉冬小麦冠层氮分布与转运特征及其对供氮的响应·····	蒿宝珍,姜丽娜,方保停,等 (4941)
准噶尔盆地梭梭、白梭梭植物构型特征 ·····	王丽娟,孙栋元,赵成义,等 (4952)
基于地表温度-植被指数关系的地表温度降尺度方法研究 ·····	聂建亮,武建军,杨 曦,等 (4961)
岩溶区不同植被类型下的土壤氮同位素分异特征 ·····	汪智军,梁 轩,贺秋芳,等 (4970)
施氮量对麻疯树幼苗生长及叶片光合特性的影响 ·····	尹 丽,胡庭兴,刘永安,等 (4977)
黄土丘陵区羔沟流域典型植物叶片 C、N、P 化学计量特征季节变化 ·····	王凯博,上官周平 (4985)
克隆整合提高淹水胁迫下狗牙根根部的活性氧清除能力·····	李兆佳,喻 杰,樊大勇,等 (4992)
低覆盖度固沙林的乔木分布格局与防风效果·····	杨文斌,董慧龙,卢 琦,等 (5000)
东灵山林区不同森林植被水源涵养功能评价·····	莫 菲,李叙勇,贺淑霞,等 (5009)
11 种温带树种粗木质残体分解初期结构性成分和呼吸速率的变化 ·····	张利敏,王传宽,唐 艳 (5017)
连栽第 1 和第 2 代杉木人工林养分循环的比较·····	田大伦,沈 燕,康文星,等 (5025)
最优化设计连续的自然保护区·····	王宜成 (5033)
基于自然地理特征的长江口水域分区·····	刘录三,郑丙辉,孟 伟,等 (5042)
煤电一体化开发对锡林郭勒盟环境经济的影响·····	吴 迪,代方舟,严 岩,等 (5055)
专论与综述	
生态条件的多样性变化对蜜蜂生存的影响·····	侯春生,张学锋 (5061)
研究简报	
胶州湾潮间带大型底栖动物次级生产力的时空变化·····	张崇良,徐宾铎,任一平,等 (5071)
湿地公园研究体系构建·····	王立龙,陆 林 (5081)
基于生态足迹的半干旱草原区生态承载力与可持续发展研究——以内蒙古锡林郭勒盟为例·····	杨 艳,牛建明,张 庆,等 (5096)
学术信息与动态	
恢复与重建自然与文化的和谐——2011 生态恢复学会国际会议简介 ···	彭少麟,陈蕾伊,侯玉平,等 (5105)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 302 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 37 * 2011-09	



封面图说: 相当数量的降雪与低温严寒是冰川发育的主要因素,地球上的冰川除南北两极外,只有在高海拔的寒冷山地才能存在。喜马拉雅山造山运动使中国成为了世界上中低纬度冰川最为发育的国家,喜马拉雅山地区雪峰连绵、冰川四溢,共有现代冰川 17000 多条,是世界冰川发育的中心之一。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

刘录三, 郑丙辉, 孟伟, 唐静亮, 蔡文倩. 基于自然地理特征的长江口水域分区. 生态学报, 2011, 31(17): 5042-5054.

Liu L S, Zheng B H, Meng W, Tang J L, Cai W Q. Sub-areas compartmentalization of Changjiang Estuary based on the natural geographical characteristics. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(17): 5042-5054.

基于自然地理特征的长江口水域分区

刘录三¹, 郑丙辉^{1,*}, 孟伟¹, 唐静亮², 蔡文倩^{1,3}

(1. 中国环境科学研究院, 北京 100012; 2. 浙江省舟山海洋生态环境监测站, 舟山 316000;

3. 北京师范大学水科学研究院, 北京 100875)

摘要:河口分区是营养盐基准制定的前提,也是进行河口资源管理的得力工具。基于长江口 2005—2006 年的调查数据,参考国内外相关研究成果,结合长江口本身的特征,提出以自然地理特征为基础,利用层级分区方法,对长江口水域进行分区。经一、二级分区后,长江口水域可划分为长江口过渡区、长江口外近海区、杭州湾和舟山海区等 4 个海区。4 个海区的自然地理特征各具特色,且各海区间分界线的地理学意义。采用单因素方差分析法对各分区的水体特征和沉积物特征进行一致性检验,不同分区间的差异性较为显著,说明分区结果较为合理。

关键词:长江口;分区;自然地理特征;层级分区方法;单因素方差分析法

Sub-areas compartmentalization of Changjiang Estuary based on the natural geographical characteristics

LIU Lusan¹, ZHENG Binghui^{1,*}, MENG Wei¹, TANG Jingliang², CAI Wenqian^{1,3}

1 Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China

2 Zhejiang Provincial Zhoushan Marine Ecological Environmental Monitoring Station, Zhoushan 316000, China

3 College of Water Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: Sub-areas compartmentalization of estuary is not only the precondition for developing nutrient criteria, but also the most effective tool for management of estuarine resources. It is an important step in addressing the problem of resource degradation caused particularly by nutrient overenrichment. Sub-areas compartmentalization should reduce variability of ecosystem-related measures within identified classes and maximize variability in interclass. The compartmentalization should be completely based on physical and hydrothermal parameters such as salinity gradient, excluding chemical and nutrient elements. In addition, there should be a distinct boundary between any two sub-areas, one sub-area should be a continuous geographical area.

In the present study, Changjiang Estuary are carved up into sub-areas, based on the monitoring data during 2005—2006, and global relevant research results, as well as the current environmental conditions. The “United States Environmental Protection Agency Nutrient Criteria Technical Guidance Manual: Estuarine and Coastal Marine Waters and European Commission Water Framework Directive” is referred, the hierarchical classification method is performed in the study. The results show that: (1) at first class of compartmentalization, Changjiang Estuary can be compartmentalized into transitional sub-area and coastal sub-area; (2) the coastal sub-area is a very extensive range area, with great transformations in hydrological conditions, biological communities and their different responses to environmental stress, this sub-area can be divided further into three sub-areas at the second class of compartmentalization, according to the

基金项目:环保公益性行业科研专项(2008467041); 水体污染控制与治理科技重大专项课题资助项目(2008ZX07209-008)

收稿日期:2010-08-02; **修订日期:**2010-12-06

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhengbh@craes.org.cn

hydrological and geographical characteristics, as well as the convenience for administrative management of the sub-areas, the three sub-areas are coastal zone outside of the estuary, Hangzhou Bay and Zhoushan Archipelago. Consequently, Changjiang estuary is divided into four sea sub-areas: transitional zone, coastal zone outside of the estuary, Hangzhou Bay and Zhoushan Archipelago.

In the previous compartmentalization of the Changjiang Estuary based on the characteristics of surface sediment distribution, neither the insular effects from Zhoushan Archipelago to the environment of the estuary, nor the range sizes of the archipelago and Hangzhou Bay were considered. In the present research, the compartmentalization is based on the natural geographical characteristics, the administrative districts, the features of different biota, as well as the effects of marine currents in Zhoushan Archipelago. The bifurcate river channel section of Changjiang Estuary with alternated shoals and troughs is cognized as transitional sub-area of Changjiang Estuary, the Hangzhou Bay and Zhoushan Archipelago are treated as independent sub-areas. Comparing with the previous compartmentalization of the estuary based on the nutrient distribution which reflects the differences of hydrological, chemical, and hydrodynamic elements of the estuary, the present compartmentalization using hierarchical method reflects more natural geographical characteristics of the four sea sub-areas than the previous study. The boundary between any sub-areas has definite geographical importance. The administrative units to which the sub-areas belonging are clear to different administrative districts, so that avoid managing disorder or omission.

The characteristics of sea water and sediment of the four sub-areas are tested by one-way Analysis of Variance (ANOVA). The results show that there were significant differences of the characteristics among the sub-areas.

In conclusion, the present compartmentalization of the Changjiang Estuary is rational. It should be helpful for normalizing human exploitation activities, the conservation of marine resources and the improvement of regional ecological environment. However, because of the complexity of the environment in Changjiang Estuary and its adjacent waters, and the increasing of human activities in the area, the compartmentalization of the estuary should be improved continuously.

Key Words: Changjiang Estuary; sub-areas compartmentalization; natural geographical characteristics; hierarchical subzone method; one-way ANOVA

河口及其邻近海域是陆地和海洋的物质和能量交换最强烈的地带,这里发生着复杂的物理、化学、生物及地质过程^[1],使得河口资源管理复杂化。分区可将河口划分为不同的类别,以反映特定的区域和决定河口功能的水力、沉积物和生态过程,是沿岸海域资源管理最得力的工具^[2]。分区还有助于识别不同的河口类型,从而采用不同的环境管理标准对河口资源进行区别管理。另外,分区还是营养盐基准制定的前提。

目前,国际普遍采用的分区方法为层级分区法,分区依据的指标大多为地貌^[2-5]、河口发育阶段^[6]、水文和盐度^[5, 7-12],或综合上述方法^[13-18],还有部分学者考虑了栖居地、水质、生态和集水特征等指标^[19-23]。另外还有建立在大尺度的非生物因子(如纬度、气候等)基础之上的河口环境分区^[24]。作为世界级的特大型河口,有关长江口及其邻近海域盐度、营养盐和沉积物等方面的研究较多^[25-31],其中包括分区方法的探讨,例如对长江口河海划界方案的研究^[32]及以营养盐为基础的分区研究^[33]。以营养盐为基础的分区较好地反映了长江口海域水文、化学、水动力等要素在河口区的差异性,但其分区结果显示同一区域存在不连续现象,各区之间无明显的地理标识,也未考虑行政管理上的便利性,因此实际执行起来比较困难。另外以营养盐为基础的分区的分区无法反映水域的本底情况,使得据此制定的基准值参考价值降低。由此,本文借鉴国外广为应用的依据物理、水文等指标进行的分区理念,以长江口的自然地理特征为基础,利用层级分区方法对长江口水域进行分区,以期以营养盐基准制定、环境管理决策等提供技术支撑。

1 河口分区的基本原理

1.1 分区原则

(1) 分区完全依据物理、水文参数等自然地理特征,不涉及化学、营养盐等环境压力指标,以反映水域的

本底状况,如可将河口水域按盐度分区,划分为低盐、中盐、高盐区^[34]。

(2) 分区要考虑管理上便于操作与执行,而不是越复杂越好。

(3) 各水体之间不能互相重叠,同一水体不能不连续^[35]。

1.2 分区指标与方法

根据国内外研究成果,综合上述确定的分区原则,并结合现有的调查材料,对长江口水域进行分区所需考虑的备选因素包括:盐度、环流、水深、底质类型、水温和悬浮物等。

在分区方法上,针对长江口水域的地理特点,并考虑管理上的便利性,利用层级分区方法进行分区。

1.3 分区步骤

参照欧盟《水框架指令》^[35],分区步骤包括:

(1) 确定研究区域。

(2) 将地表水划分为某一水体类别(共6个水体类别:河流、湖泊、过渡区水域、近岸海域、人工水域和高度改造的水域)。

(3) 综合考虑水域的物理特征,如水深、盐度、潮高、流速、底质性质等,将地表水划分为不同的水体。

(4) 利用统计学方法对数据资料进行分析,对分区结果进行验证与校准。

2 数据来源及分析方法

海区调查数据包括2005—2006年开展的4期长江口大面海域生态环境现状调查。具体调查时间分别为2005年4月23日—5月12日,2005年7月5日—7月15日,2005年10月27日—11月10日,2006年4月26日—5月4日。在4期调查中,2005年丰水期调查站位48个,获取表层数据48组,底层数据26组;2005年枯水期调查站位49个,获取表层数据49组,底层数据34组;2005年平水期调查站位37个,获取表层数据37组,底层数据22组;2006年平水期调查站位42个,获取表层数据42组,底层数据31组。调查任务由浙江省舟山海洋生态环境监测站540吨级的“浙海环监”号调查船完成,所有监测指标的样品采集、预处理、分析与鉴定均按《海洋监测规范》(GB17378.1-7—1998)和相关标准方法进行,并进行全程质量控制监测。

本文所有图片均由ArcGIS 9.3软件生成,分区结果运用单因素分析法(one-way ANOVA)进行检验。

3 分区结果与检验

3.1 分区结果

3.1.1 确定研究区域

目前,美国环境保护局(Environmental Protection Agency, EPA)在河口及近岸海域营养盐基准制订指南中,认为应关注20海里以内的近岸区域,但在部分州的立法中仍规定为3海里以内^[34]。欧盟在《水框架指令》中对海岸带分区的范围做出规定,要求分区水域集中在1海里之内,但需要关注领海12海里范围内的水质状况^[35]。由于长江口河口锋前沿在123°E附近^[36],自此以西为河口环流所在。根据长江口水域特点及所调查的相关数据,确定研究区域为29°30′—32°00′N,123°E以西水域,面积约38040 km²(图1)。

3.1.2 一级分区

按水体类别,可将长江口水域划分为过渡区与近岸海域。过渡区即靠近河口的地表水体,这里因毗邻近岸海域而显示出半咸水性质,同时又受淡水径流的强烈影响^[35]。长江口过渡区的上缘定为崇明岛顶端附近的徐六泾,这里在地形上是节点所在,自此以下河口开始分汊,研究长江口的有关问题也常以徐六泾作为起点。另外,徐六泾节点也是冬季盐水入侵锋所达及的位置。

在确定长江口过渡区下缘时,主要考虑如下几个因素:

(1) 盐度分布 从不同水期的盐度分布来看,表层冲淡水向外海扩展较远,季节变化较大;而底层盐度在不同水期的空间格局非常相似,最为剧烈的梯度变化均出现在河口拦门沙附近(图2)。

(2) 长江口冲积岛浅滩的影响 受地质构造运动、地貌形态、长江口水沙量及河口动力条件等因素的影响,浅滩是长江口非常重要的生境之一,其作为具有重要生态意义的河口湿地,主要分布在河口附近的5m等

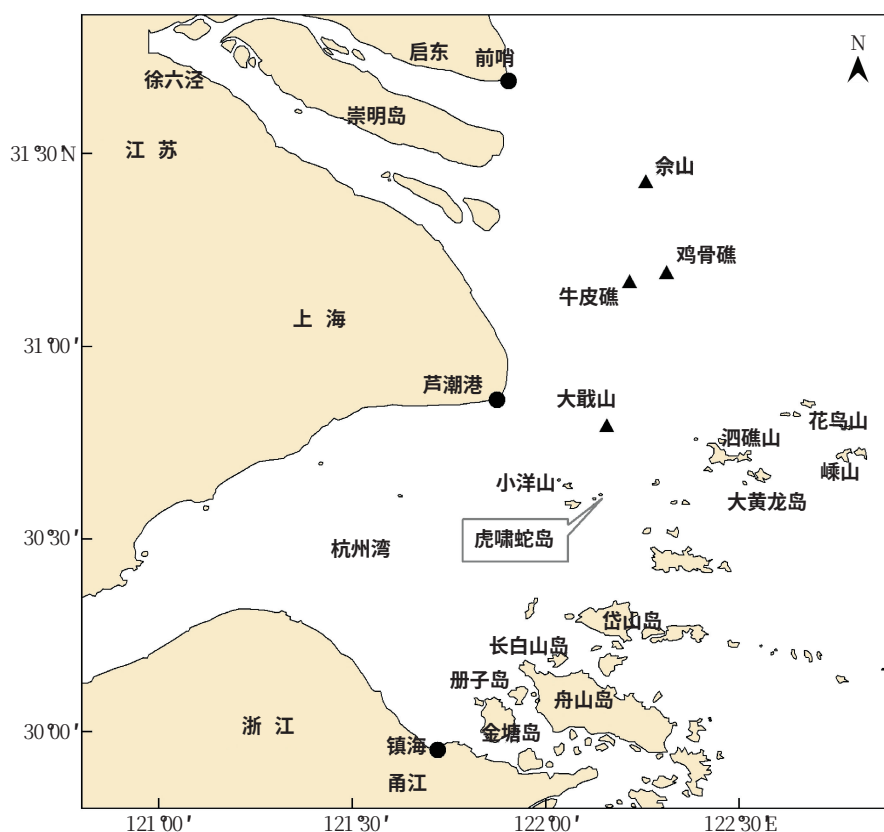


图1 研究区域范围

Fig. 1 The scope map of the study area

深线以内。

(3) 地形特点 江苏启东与上海南汇的海岸区是长江口陆缘向海洋延伸的最前沿,两者连线通常可作为划分河口过渡区与近岸海域的重要依据,且具有管理上的便利性。综合上述诸因素,将长江口过渡区下缘界定为:北起江苏启东前哨海岸,大致沿 5m 等深线向东南方向延伸至崇明浅滩东缘佘山($31^{\circ}25.3'N, 122^{\circ}14.4'E$),之后继续向东南延伸至鸡骨礁($31^{\circ}12'N, 122^{\circ}19'E$),经牛皮礁($31^{\circ}10'N, 122^{\circ}14.2'E$)东侧转向西南直至大戢山(北纬 $30^{\circ}48'35''$ 、东经 $122^{\circ}10'25''$),最后向西至上海南汇南缘芦潮港,整个分界线大致呈弧形分布于长江口最大浑浊带。

与过渡区对应,长江口近岸海域的地理范围限定为,西起长江口过渡区下缘、东至 $123^{\circ}E$ 河口锋前沿附近,以及杭州湾、舟山渔场等毗邻水域。

3.1.3 二级分区

与以长江径流为主要水体的过渡区相比,长江口近岸海域的地理范围较为广泛,水体环境差异显著,生物群落特征及其对环境压力的响应方式也各有不同。因此,需对长江口近岸海域进一步开展二级分区。

杭州湾是我国著名的喇叭型强潮海湾,水文地理特点独特。地理上把长江口南缘上海芦潮港与浙江镇海联线以西称为杭州湾,联线以东为舟山渔场。从长江口水体悬浮物分布来看,尽管悬浮物含量在不同水期间差异较大,且表、底层分布也不完全一致,但无论是丰水期、平水期还是枯水期,悬浮物在杭州湾的含量都要显著高于其他水域(图3)。此外,长江口水域的 pH 值一般由偏中性的入海径流和偏碱性的外海水之间的混合程度所决定,排海污水会影响局部区域的水体 pH 值。从平水期水体底层与表层的 pH 值分布可以看出,杭州湾的水体 pH 总体上要低于其他水域(图4)。与地理上设定的杭州湾范围相比,大戢山西南水域在盐度、温度等自然属性方面与传统的杭州湾水域非常接近。综合以上因素,将杭州湾划为独立海区,其与舟山海区的

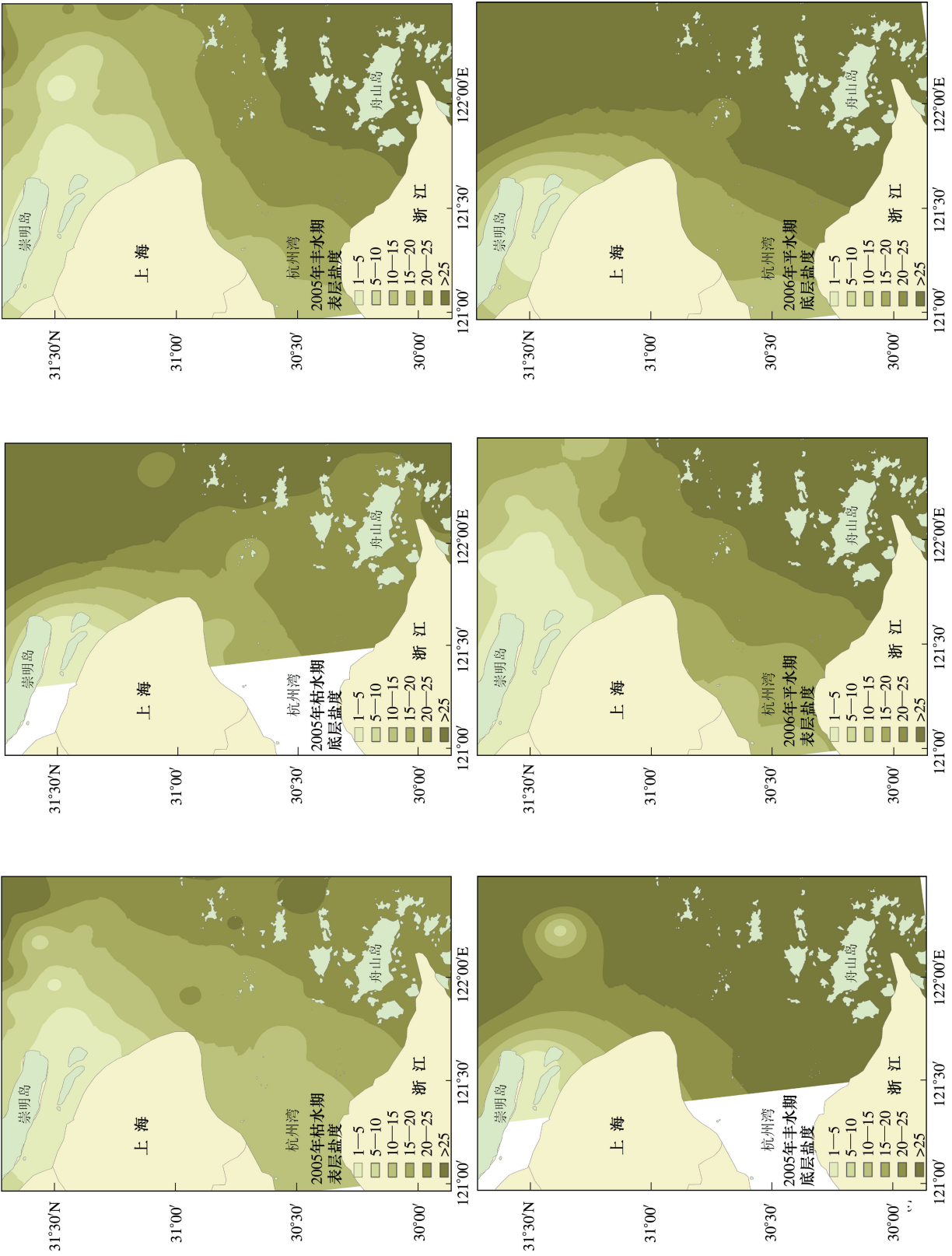


图 2 长江口不同水期盐度分布
Figure 2 Saline distribution of Yangtze estuary in different water periods

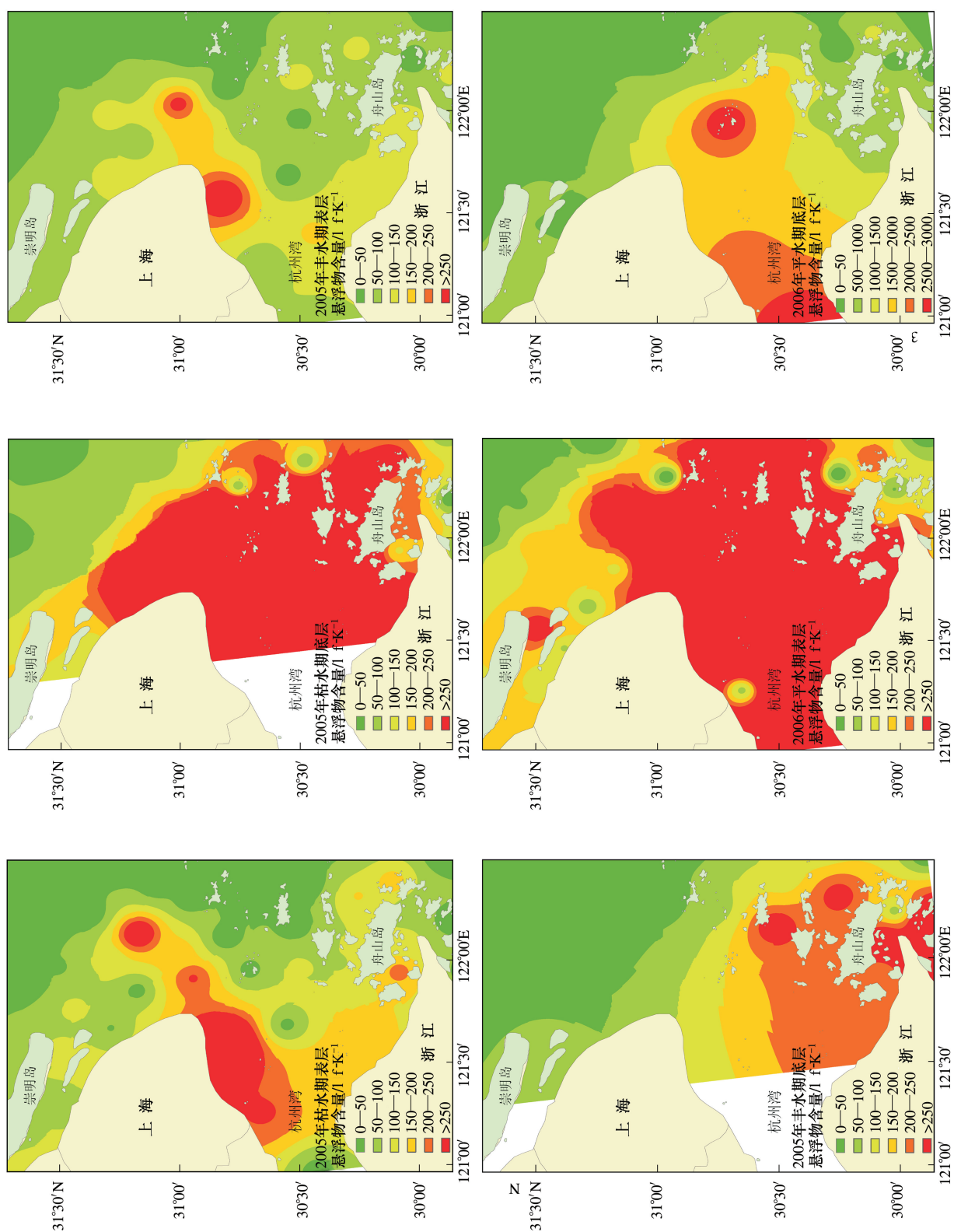


图 3 长江口不同水期悬浮物含量分布
Fig. 3 Suspended sediment distribution of Yangtze estuary in different water periods

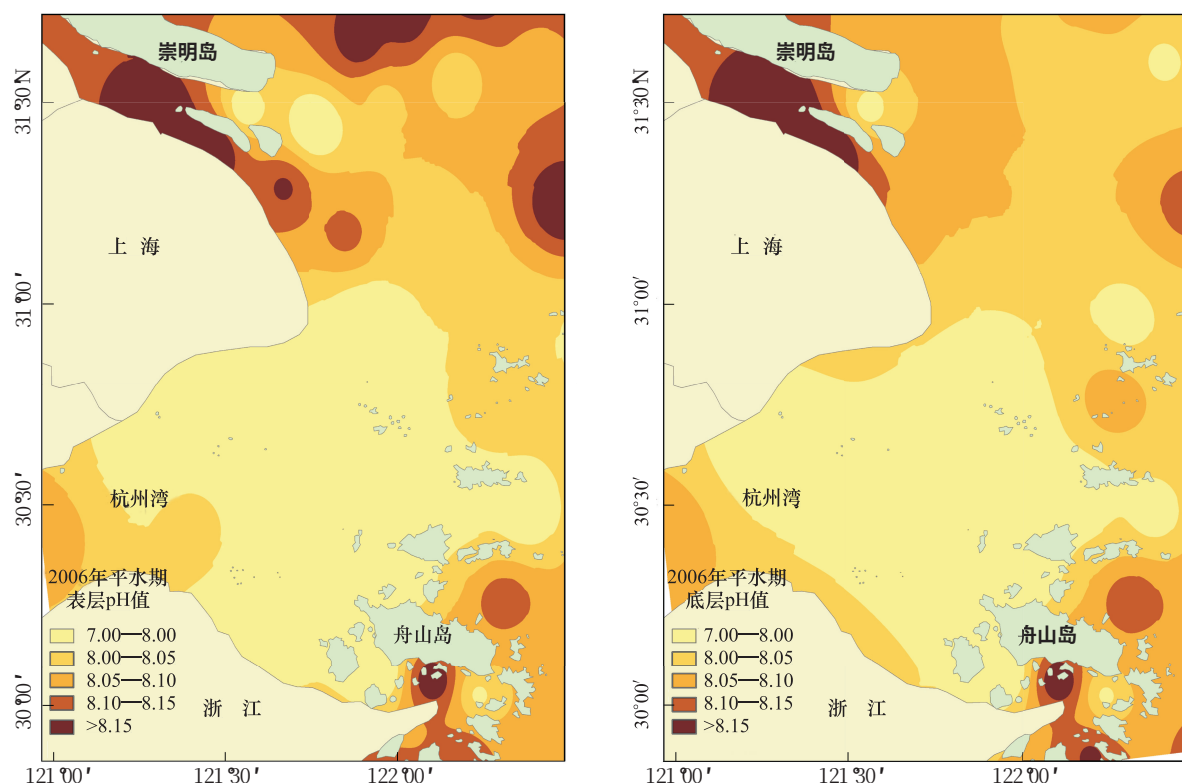


图4 长江口2006年平水期pH值分布

Fig. 4 pH distribution of Yangtze estuary in the median water period 2006

分界线设定为,自大戢山向南,经小洋山岛东侧的虎啸蛇岛至岱山岛西部,继续向西南先后经长白山岛、舟山本岛西侧、册子岛以及金塘岛,最后至杭州湾南侧镇海区甬江河口右岸。

舟山海区岛屿众多,是舟山上升流的核心地带,从丰水期与平水期的表层温度分布来看,这里水温较其他海域为低(图5)。表层沉积物的类型及分布受海岛控制作用明显,在海岛水道间以峡道沉积作用为主,相对开阔水域则受潮流作用影响。该海域鱼类资源丰富,又以舟山渔场最为著名。故把舟山海域划为独立海区,西侧与杭州湾相邻,结合管理上的便利性,北侧界线设定为自大戢山($30^{\circ}48'35''N$, $122^{\circ}10'25''E$)北侧向东南,经嵎泗列岛中的泗礁山与大黄龙岛,延伸至 $123^{\circ}E$ 附近水域。

杭州湾、舟山海区分别划为独立海区后,将长江口过渡区以东、舟山海区以北的近岸海域列为独立海区,称之为长江口外近海区。

综上所述,经一、二级分区后,长江口水域可划分为以下4个海区(图6),分别为:(1)长江口过渡区;(2)长江口外近海区;(3)杭州湾;(4)舟山海区。

3.2 分区检验

3.2.1 水体特征的一致性检验

考虑到数据的空间代表性,选择2005年枯水期的表层调查数据进行分析。在此仅考虑分区这一因素对各调查指标的影响,通过对4个分区水体表层的盐度、悬浮物、水温、溶解氧等进行单因素方差分析,各指标具体统计结果详见表1—表4。

(1) 盐度

如表1所示,在整个调查水域的盐度总变差中,由不同分区可解释的变差为1575.609,随机调查引起的变差为1306.136,它们的平均方差分别为525.203和34.372,相应所得的 F 统计量为15.28,对应的概率 P 值近似为0,远小于显著性水平0.05,因此可认为盐度在4个分区的总体差异性显著(表1)。从各海区盐度的

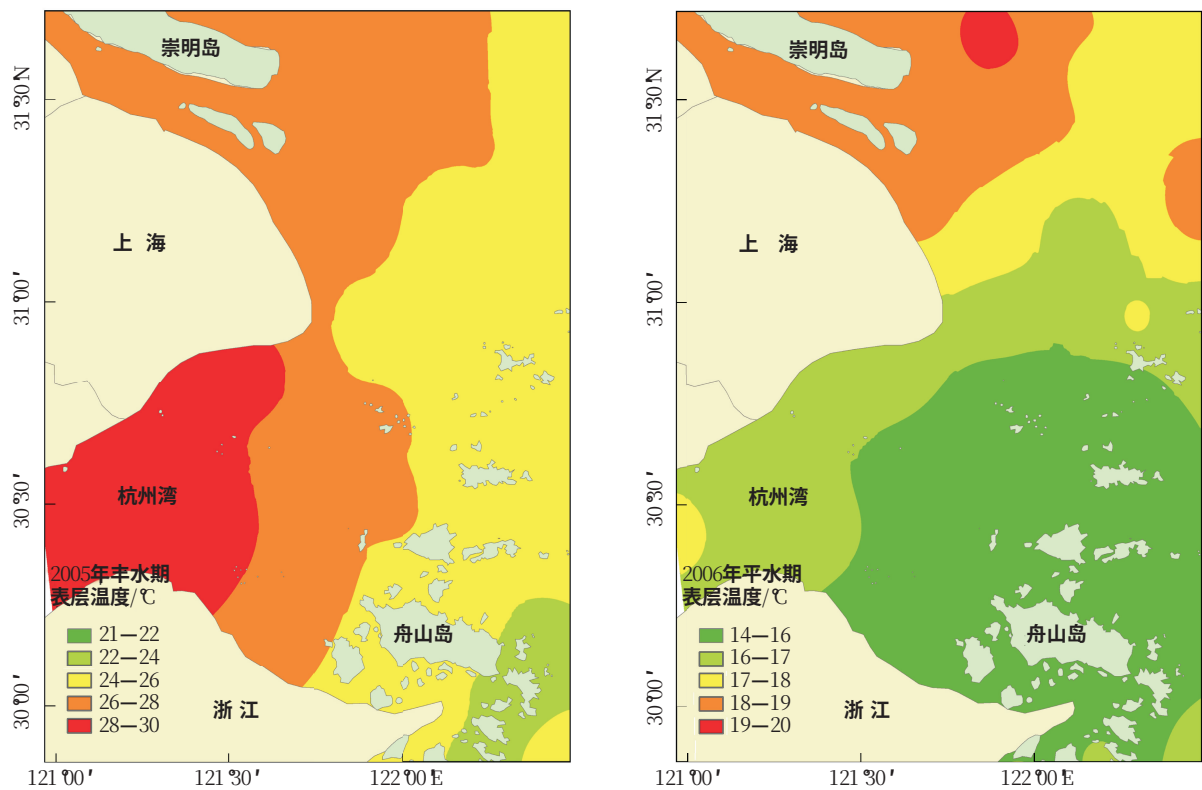


图5 长江口不同水期表层温度分布/℃

Fig. 5 Surface temperature distribution of Yangtze estuary in different water periods

两两比较结果来看,在4个海区中,过渡区与口外近海区($P=0$)、过渡区与杭州湾($P=0.025$)、过渡区与舟山海区($P=0$)、杭州湾与口外近海区($P=0.008$)、杭州湾与舟山海区($P=0.002$)的差异显著,而口外近海区与舟山海区($P=0.698$)的差异不显著。

表1 长江口不同海区水体表层盐度基本统计值

Table 1 Basic statistics of surface saltine in different sea areas of Yangtze estuary

海区 Sea area	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	标准误差 Standard error	95% 置信区间 95% confidence interval		最小值 Minimum	最大值 Maximum
				上限 Upper limit	下限 Lower limit		
				Upper limit	Lower limit		
GD	9.1	7.59895	2.29117	14.2050	3.995	1.00	21.00
HW	15.2333	4.20416	1.40139	18.4649	12.0017	10.50	22.4
KW	22.82	7.70033	2.43506	28.3285	17.3115	8.3	33.30
ZS	23.8	2.20825	0.63747	25.2031	22.3969	19.10	27.10
总体 Total	17.881	8.3837	1.29363	20.4935	15.2684	1.00	33.30

GD: 长江河口过渡区,12 站;HW: 杭州湾,9 站;KW: 长江口外近海区,13 站;ZS: 舟山海区,15 站

(2) 悬浮物

如表2所示,在整个调查水域的悬浮物总变差中,由不同分区可解释的变差为146023,随机调查引起的变差为469980.9,它们的平均方差分别为48674.337和12050.791,相应所得的 F 统计量为4.039,对应的概率 P 值为0.014,小于显著性水平0.05,因此可认为悬浮物在4个分区的总体差异性显著(表2)。从各海区悬浮物的两两比较结果来看,在4个海区中,杭州湾与口外近海区($P=0.002$)、杭州湾与舟山海区($P=0.034$)、过渡区与口外近海区($P=0.022$)的差异显著,而过渡区与舟山海区($P=0.238$)、过渡区与杭州湾($P=0.286$)、口外近海区与舟山海区($P=0.222$)的差异不显著。

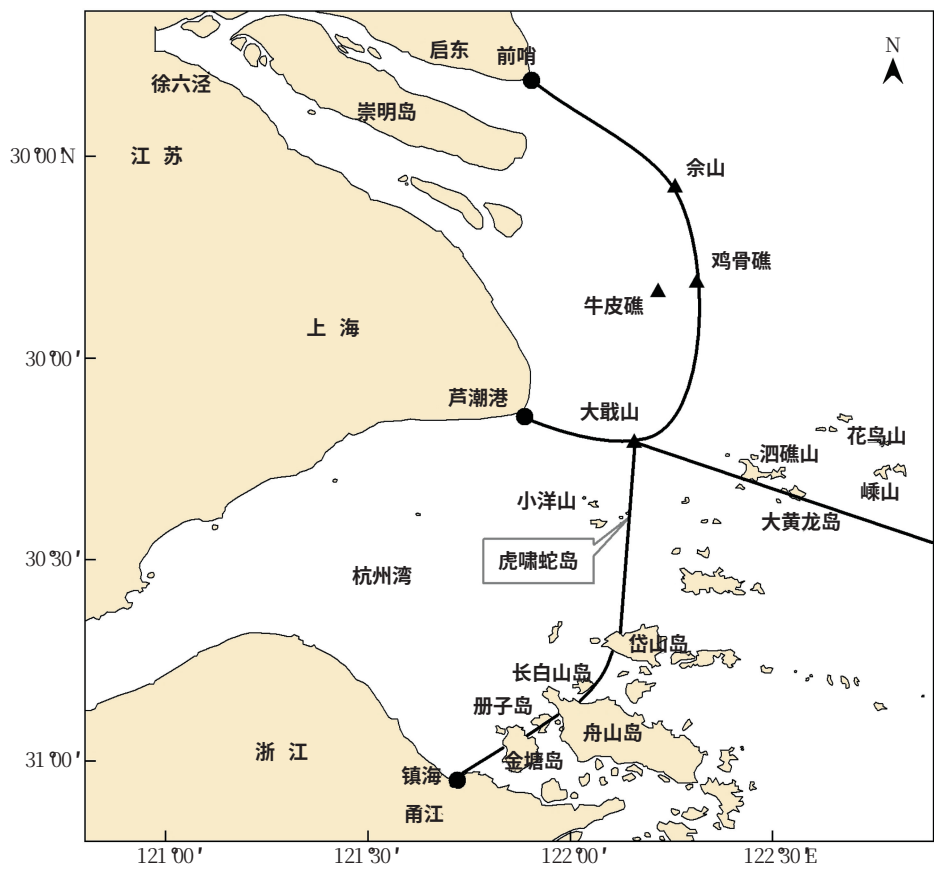


图6 长江口分区结果

Fig. 6 Preliminary results of classifications on Yangtze estuary

表2 长江口不同海区水体表层悬浮物基本统计值/(mg/L)

海区 Sea area	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	标准误差 Standard Error	95% 置信区间 95% confidence interval		最小值 Minimum	最大值 Maximum
				上限 Upper limit	下限 Lower limit		
GD	124.25	100.17995	28.91946	187.9013	60.5987	21.00	362.00
HW	176.6667	192.39608	64.13203	324.5554	28.778	33.00	644.00
KW	12.2	6.14275	1.94251	16.5943	7.8057	2.00	21.00
ZS	70.5	75.74779	21.8665	118.6278	22.3722	4.00	220.00
总体 Total	94.1628	121.10639	18.46855	131.4338	56.8917	2.00	644.00

GD: 长江河口过渡区;HW: 杭州湾;KW: 长江口外近海区;ZS: 舟山海区

(3) 水温

如表3所示,在整个调查水域的水温总变差中,由不同分区可解释的变差为18.588,随机调查引起的变差为17.348,它们的平均方差分别为6.196和0.445,相应所得的 F 统计量为13.929,对应的概率 P 近似为0,远小于显著性水平0.05,因此可认为水温在4个分区的总体差异性显著(表3)。从各海区水温的两两比较结果来看,在4个海区中,过渡区与杭州湾($P=0.001$)、过渡区与口外近海区($P=0.002$)、过渡区与舟山海区($P=0$)、杭州湾与舟山海区($P=0.039$)、口外近海区与舟山海区($P=0.007$)的差异显著,而杭州湾与口外近海区($P=0.541$)的差异不显著。

表 3 长江口不同海区水体表层水温基本统计值/℃

Table 3 Basic statistics of surface temperature in different sea areas of Yangtze estuary

海区 Sea area	平均值 Mean	标准差 Standard Deviation	标准误差 Standard Error	95% 置信区间		最小值 Minimum	最大值 Maximum
				95% confidence interval			
				下限 Lower limit	上限 Upper limit		
GD	17.875	0.48827	0.14095	17.5648	18.1852	17.30	18.80
HW	18.9889	0.60507	0.20169	18.5238	19.454	18.30	19.80
KW	18.8	0.76158	0.24083	18.2552	19.3448	17.60	19.90
ZS	19.6167	0.77323	0.22321	19.1254	20.108	18.40	21.10
总体 Total	18.8093	0.925	0.14106	18.5246	19.094	17.30	21.10

GD: 长江河口过渡区;HW: 杭州湾;KW: 长江口外近海区;ZS: 舟山海区

(4)溶解氧

如表 4 所示,在整个调查水域的溶解氧总变差中,由不同分区可解释的变差为 2.184,随机调查引起的变差为 4.908,它们的方差分别为 0.728 和 0.126,相应所得的 F 统计量为 5.784,对应的概率 P 为 0.002,小于显著性水平 0.05,因此可认为溶解氧在 4 个分区的总体差异性显著(表 4)。从各海区溶解氧的两两比较结果来看,在 4 个海区中,过渡区与口外近海区($P=0.016$)、过渡区与舟山海区($P=0.001$)、杭州湾与口外近海区($P=0.039$)、杭州湾与舟山海区($P=0.004$)的差异显著,而过渡区与杭州湾($P=0.816$)、口外近海区与舟山海区($P=0.391$)的差异不显著。

表 4 长江口不同海区水体表层溶解氧基本统计值/(mg/L)

Table 4 Basic statistics of surface dissolved oxygen in different sea areas of Yangtze estuary

海区 Sea area	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	标准误差 Standard error	95% 置信区间		最小值 Minimum	最大值 Maximum
				95% confidence interval			
				下限 Lower limit	上限 Upper limit		
GD	7.69	0.33499	0.0967	7.4772	7.9028	7.21	8.24
HW	7.6533	0.25412	0.08471	7.458	7.8487	7.2	7.96
KW	7.3060	0.53967	0.17066	6.9199	7.6921	6.42	8.24
ZS	7.1742	0.22064	0.06369	7.034	7.3144	6.81	7.51
总体 Total	7.4491	0.41090	0.06266	7.3226	7.5755	6.42	8.24

GD: 长江河口过渡区;HW: 杭州湾;KW: 长江口外近海区;ZS: 舟山海区

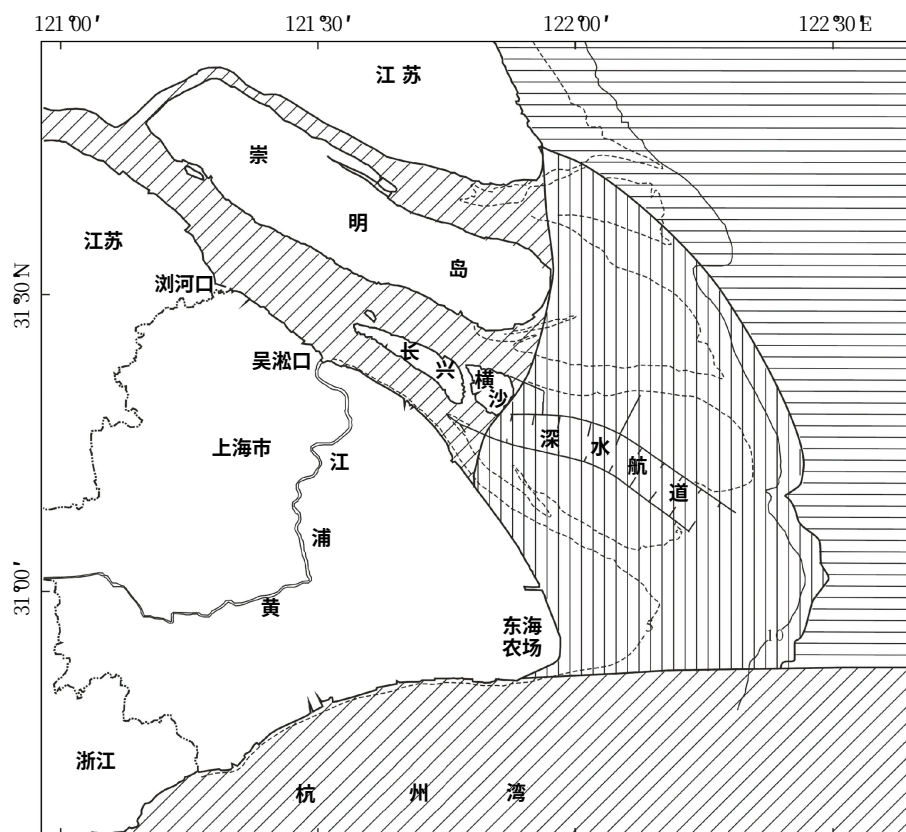
从上述 4 个指标的单因素方差分析结果来看,总体上这些指标在不同分区间的差异性较为显著,说明该分区方案较为合理。然而,有些指标在分区间的两两比较中其差异性未达到显著水平,如口外近海区与舟山海区水体表层的盐度、悬浮物、溶解氧分布无明显差异,只有水温差异显著。但考虑到舟山海区独特的生物区系与海洋环流影响,以及舟山群岛带来的岛屿效应,本文认为将其列为独立海区更为合理。

3.2.2 沉积物特征的一致性检验

沉积物粒度是描述沉积环境的重要参数,对河口分区亦具有重要的参考价值。表层沉积物粒度特征受水动力条件、地貌类型及物质来源等控制。陈沈良等^[37]以 2005—2007 年在长江口和杭州湾北部近岸水域采集的 558 个表层沉积物样为分析依据,全面阐述了调查水域表层沉积物分布特征,并将研究区分为长江口分汊河段沉积区、位于长江口拦门沙附近至口外 10m 等深线之间区域的河口拦门沙沉积区、分布在 10—20m 等深线之间的长江口外海滨沉积区、杭州湾北部沉积区(图 7)等 4 个主要沉积区,此分布格局与本研究提出的分区方案非常相近。与之不同的是,本研究的过渡区基本涵盖了分汊河段沉积区和河口拦门沙沉积区的范围,另外,将杭州湾与舟山海域分别划分为独立海区。

4 讨论

长江口及其邻近海域不仅覆盖范围广,而且水文情势复杂,在环境管理上不宜实行“一刀切”的粗放模式,分区管理显得尤为必要。目前除了传统意义上基于地理位置的分区外,也有依据沉积物或营养盐分布特

图7 长江口沉积分区示意图^[37]Fig. 7 Sketch map of the Yangtze estuary deposition classification^[37]

征开展的水域分区研究。其中,陈沈良等^[37]依据长江口表层沉积物的粒度分布特征将长江口及其邻近海域进行了初步分区,其分区结果可以反映水动力条件、地貌类型以及泥沙来源等因素的影响,从而为河口开发治理提供了不可或缺的基本资料。然而,该研究由于未考虑水体本身的环境特征,难以直接作为环境管理的依据;另一方面,其研究范围未能包括舟山海域的大部,也未考虑到舟山海区独特的岛屿效应,因此将舟山海区和杭州湾海区统称杭州湾北部沉积区。而本研究以自然地理特征为基础,结合行政管理区划,引入过渡区概念,将长江口分汊河段沉积区及河口拦门沙沉积区并称为长江口过渡区;另外,在充分考虑舟山海区独特的生物区系和海洋环流影响的基础上,将舟山海区划分为独立的海区,既合理又便于行政管理。诸大宇等^[33]以营养盐为基础的分区较好地反映了长江口海域水文、化学、水动力等要素在河口区的差异性,但分区结果显示同一区域之间不连续,各区之间无明显的地理标识,也未考虑行政管理上的便利性,因此实际执行起来比较困难;另外以营养盐为基础的分区无法反映水域的本底情况,使得据此制定的基准值参考价值降低。而以自然地理特征为基础的分区,能够更好地反映水域的本底情况,各海区间的分界线具有明确的地理学意义,且不同海区所属的行政区划单位明确,避免了行政区划不同带来的管理上的混乱。

5 结论

利用 2005—2006 年的调查数据,结合相关文献资料,以自然地理特征为基础,利用层级分区方法,对长江口水域进行分区。经一、二级分区后,长江口水域可划分为长江河口过渡区、长江口外近海区、杭州湾和舟山海区等 4 个海区。4 个海区的自然地理特征各具特色,且各海区间的分界线具有明确的地理学意义。

通过对各分区的水体特征和沉积物特征进行单因素方差分析,结果表明这些指标在不同分区间的差异性较为显著,说明该分区方案总体上较为合理,可以为区域环境管理提供技术支撑。然而,考虑到长江口及其邻近海域的复杂性,以及日益剧烈的人类开发活动,需要不断完善目前的分区理念与分区方法,并对目前的分区

结果进行必要的验证或调整,从而有助于规范人们的海域开发活动,保护海洋资源,改善区域生态环境。

References:

- [1] Lane R R, Day J W Jr, Marx B D, Reyes E, Hyfield E, Day J N. The effects of riverine discharge on temperature, salinity, suspended sediment and chlorophyll α in a Mississippi delta estuary measured using a flow-through system. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2007, 74 (1/2) : 145-154.
- [2] Hume T M, Herdendorf C E. A geomorphic classification of estuaries and its application to coastal resource management — a New Zealand example. *Ocean and Shoreline Management*, 1988, 11 (3) : 249-274.
- [3] Reddering J S V. Coastal and catchment basin controls on estuary morphology of the south-eastern Cape coast. *South African Journal of Science*, 1998, 84 : 154-157.
- [4] Perillo G M E. Definitions and geomorphologic classification of estuaries // Perillo G M E, ed. *Geomorphology and Sedimentology of Estuaries*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1995 : 17-47.
- [5] Pritchard D W. Observation of circulation in coastal plain estuaries // Lauff G H, ed. *Estuaries*. Washington DC: American Association for the Advancement of Science, 1967 : 3-5.
- [6] Roy P S. New South Wales estuaries-their origin and evolution // Thom B G, ed. *Developments in Coastal Geomorphology in Australia*. Sydney: Academic Press, 1984 : 99-121.
- [7] Hansen D V, Rattray M Jr. New dimensions in estuary classification. *Limnology and Oceanography*, 1996, 11 (3) : 319-326.
- [8] Gregory D, Petrie B. A classification scheme for estuaries and inlets. *Coastal Zone Canada*, 1994, 5 : 1884-1893.
- [9] Håkansen L, Kværnäs H, Karlsson B. Coastal morphometry as a regulator of tidal exchange — a Swedish example. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 1986, 23 (1) : 1-15.
- [10] Heath R A. Board classification of New Zealand estuaries with respect to residence times. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 1976, 10 (3) : 429-444.
- [11] Dyer K R. *Estuaries: A Physical Introduction*. New York: Wiley-Interscience, 1973 : 1-140.
- [12] Hansen D V, Rattray M Jr. New dimensions in estuary classification. *Limnology and Oceanography*, 1966, 11 (3) : 319-326.
- [13] Valle-Levinson A. Definition and classification of estuaries // Valle-Levinson A, ed. *Contemporary Issues in Estuarine Physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010 : 1-11.
- [14] Northern Ireland Environment Agency. *Bann Estuary Classification*. Northern Ireland: NIEA, 2009.
- [15] Northern Ireland Environment Agency. *Roe Estuary Classification*. Northern Ireland: NIEA, 2009.
- [16] Harris P T, Heap A D. Environmental management of elastic coastal depositional environments: inferences from an Australian geomorphic database. *Ocean and Coastal Management*, 2003, 46 (5) : 457-478.
- [17] Jay A D, Geyer W R, Montgomery D R. An ecological perspective on estuarine classification // Hobbie J E, ed. *Estuarine Science: A Synthetic Approach to Research and Practice*. Washington DC: Island Press, 2000 : 149-176.
- [18] Butcher D, Saenger P. A classification of tropical and subtropical Australian estuaries. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems*, 1994, 4 (1) : 1-19.
- [19] Digby M J, Saenger P, Whelan M B, McConchie D, Eyre B D, Holmes N, Bucher D J. A physical classification of Australian Estuaries. Report Prepared for the Urban Water Research Association of Australia No 9, Land and Water Resources Research and Development Corporation (LWRRDC) Occasional Paper 16/99. Canberra: LWRRDC, 1998.
- [20] Edgar G J, Barrett N S, Graddon D J. A classification of tasmanian estuaries and assessment of their conservation significance using ecological and physical attributes, population and land use. *Tasmanian Aquaculture and Fisheries Institute Technical Report Series 2*. Tasmania: University of Tasmania, 1999.
- [21] Christensen N L, Bartuska A M, Brown J H, Carpenter S, D'Antonio C, Francis R, Franklin J F, MacMahon J A, Reed F N, Parsons D J, Peterson C H, Tuner M G, Woodmansee R G. The report of the ecological society of America committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications*, 1996, 6 (3) : 665-691.
- [22] Cooper J A G, Ramm A E L, Harrison T D. The estuarine health index: a new approach to scientific information transfer. *Ocean and Coastal Management*, 1994, 25 (2) : 103-141.
- [23] Dethier M N. Classifying marine and estuarine natural communities: an alternative to the Cowardin system. *Natural Areas Journal*, 1992, 12 (2) : 90-100.
- [24] Hume T M, Snelder T, Weatherhead M, Liefing R. A controlling factor approach to estuary classification. *Ocean and Coastal Management*, 2007,

50(11/12): 905-929.

- [25] Zhou S Q, Shen Z L, Li Z, Yao Y. Distribution features of nutrients in the maximum turbid zone of the Changjiang estuary and its adjacent sea areas. *Marine Sciences*, 2007, 31(6): 34-42.
- [26] Song Z G, Gao X J, Zhang C. Distribution, existed forms and ecological significance of phosphorus in tide-beach surface sediments of the Hangzhou Bay. *Chinese Journal of Ecology*, 2007, 26(6): 853-858.
- [27] Gao J H, Wang Y P, Pan S M, Zhang R, Li J, Bai F L. Source and distribution of organic matter in seabed sediments of the Changjiang River Estuary and its adjacent sea area. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(9): 981-991.
- [28] Zhou J L, Liu Z T, Meng W, Li Z, Li J. The characteristics of nutrients distribution in the Yangtze River Estuary. *Research of Environmental Sciences*, 2006, 19(6): 139-144.
- [29] Zhu C, Pan J M, Lu B, Hu C Y, Liu X Y, Ye X R, Xue B. Compositional feature of n-alkanes in modern sediment from the Changjiang Estuary and adjacent area and its implication to transport and distribution of organic carbon. *Acta Oceanologica Sinica*, 2005, 27(4): 59-67.
- [30] Lu X X, Zhai S K, Yu Z H, Zhang H J. Distribution characteristics of nutrients in the surface sediments of Yangtze River Estuary. *Marine Science Bulletin*, 2005, 24(2): 40-45.
- [31] Shi X Y, Wang X L, Han X R, Zhu C J, Sun X, Zhang C S. Nutrient distribution and its controlling mechanism in the adjacent area of Changjiang River estuary. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(7): 1086-1092.
- [32] Chen S L, Hu F X, Hu H, Gu G C. On the natural conditions and program for river-sea delimitation in Changjiang River Estuary. *Journal of Marine Sciences*, 2009, 27(S1): 1-9.
- [33] Zhu D Y, Zheng B H, Lei K, Wang L J, Qin Y W, Deng Y X, Chen Y C. A nutrient-distribution-based partition method in the Yangtze Estuary. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2008, 28(6): 1233-1240.
- [34] United States Environmental Protection Agency. *Nutrient Criteria Technical Guidance Manual: Estuarine and Coastal Marine Waters*. Washington DC: USEPA, 2001.
- [35] European Commission. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive Transitional and Coastal Waters: Typology, Reference Conditions and Classification Systems*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003.
- [36] Song Z Y, Mao L H. Salt water encroachment at the Yangtze River Estuary. *Water Resources Protection*, 2002, (3): 27-30.
- [37] Chen S L, Yan S Z, Li Y Z. Characteristics of surface sediment distribution in the Yangtze estuary and its adjacent waters. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2009, 18(2): 152-156.

参考文献:

- [25] 周淑青, 沈志良, 李峥, 姚云. 长江口最大浑浊带及邻近水域营养盐的分布特征. *海洋科学*, 2007, 31(6): 34-42.
- [26] 宋祖光, 高效江, 张弛. 杭州湾潮滩表层沉积物中磷的分布、赋存形态及生态意义. *生态学杂志*, 2007, 26(6): 853-858.
- [27] 高建华, 汪亚平, 潘少明, 张瑞, 李军, 白凤龙. 长江口外海域沉积物中有机物的来源及分布. *地理学报*, 2007, 62(9): 981-991.
- [28] 周俊丽, 刘征涛, 孟伟, 李政, 李霁. 长江口营养盐浓度变化及分布特征. *环境科学研究*, 2006, 19(6): 139-144.
- [29] 朱纯, 潘建明, 卢冰, 扈传昱, 刘小涯, 叶新荣, 薛斌. 长江口及邻近海域现代沉积物中正构烷烃分子组合特征及其对有机碳运移分布的指示. *海洋学报*, 2005, 27(4): 59-67.
- [30] 吕晓霞, 翟世奎, 于增慧, 张怀静. 长江口内外表层沉积物中营养元素的分布特征研究. *海洋通报*, 2005, 24(2): 40-45.
- [31] 石晓勇, 王修林, 韩秀荣, 祝陈坚, 孙霞, 张传松. 长江口邻近海域营养盐分布特征及其控制过程的初步研究. *应用生态学报*, 2003, 14(7): 1086-1092.
- [32] 陈沈良, 胡方西, 胡辉, 谷国传. 长江口区河海划界自然条件及方案探讨. *海洋学研究*, 2009, 27(S1): 1-9.
- [33] 诸大宇, 郑丙辉, 雷坤, 王丽婧, 秦延文, 邓义祥, 陈玉成. 基于营养盐分布特征的长江口附近海域分区研究. *环境科学学报*, 2008, 28(6): 1233-1240.
- [36] 宋志尧, 茅丽华. 长江口盐水入侵研究. *水资源保护*, 2002, (3): 27-30.
- [37] 陈沈良, 严肃庄, 李玉中. 长江口及其邻近海域表层沉积物分布特征. *长江流域资源与环境*, 2009, 18(2): 152-156.

CONTENTS

Marine ecological capital: valuation of standing stock of marine living resources	REN Dachuan, CHEN Shang, XIA Tao, et al (4805)
Effect of Endophytic fungi on growth and photosynthetic characteristics of <i>Achnatherum sibiricum</i>	JIA Tong, REN Anzhi, WANG Shuai, et al (4811)
Based on image processing technology estimating leaves stomatal density of <i>Populus euphratica</i> and analysis of its ecological significance	JIAN Shengqi, ZHAO Chuanyan, ZHAO Yang, et al (4818)
Evaluation of the ecological instream flow in the Yellow River basin with hydrological alterations	ZHANG Qiang, LI Jianfeng, CHEN Xiaohong, et al (4826)
The ecological effects of <i>Suaeda salsa</i> on repairing heavily degraded coastal saline-alkaline wetlands in the Yellow River Delta	GUAN Bo, YU Junbao, LU Zhaohua, et al (4835)
Toxicity risks to the closed tidal flat ecosystem of a PCBs waste savepoint at the coast of Zhejiang	HE Shanying, CHEN Kunbai (4841)
Methane emission from a <i>Carex</i> -dominated wetland in Poyang Lake	HU Qiwei, ZHU Lili, XING Ruixin, et al (4851)
The study on Ice-fish Resources in the Three Gorges Reservoir	SHAO Xiaoyang, LI Daofeng, TAN Lu, et al (4858)
Effects of acute cold stress on serum biochemical and immune parameters and liver HSP70 gene expression in GIFT strain of Nile tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	LIU Bo, WANG Meiyao, XIE Jun, et al (4866)
Acute toxicity and effect of Cd ²⁺ on life table demography of <i>Brachionus angularis</i> and <i>Keratella valga</i>	XU Dandan, XI Yilong, MA Jie, et al (4874)
The association of BDNF gene polymorphisms with normal behavior traits in house-hold sika deer (<i>Cervus nippon</i>)	LÜ Shenjin, YANG Yan, WEI Wanhong (4881)
Characteristics and controlling factors of photosynthesis in a maize ecosystem on the North China Plain	TONG Xiaojuan, LI Jun, LIU Du (4889)
The soil macrofaunal community structure under a long-term fertilization in wheat field	GU Yanfang, ZHANG Li, DING Shengyan, et al (4900)
Effect of earthworms on the photosynthetic characteristics of wetland plants and their capacity to purify wastewater	XU Defu, LI Yingxue, WANG Ranghui, et al (4907)
Toxicity of three pesticides and their effects on carboxylesterase activity of <i>Propiloscerus akamusi</i>	FANG Guofei (4914)
Reproductive behavior character and sexual tendency of the adult <i>Zeuzera leuconotum</i> Butler (Lepidoptera: Cossidae)	LIU Jinlong, ZONG Shixiang, ZHANG Jintong, et al (4919)
Effects of herbicides stress on the population of alligator weed flea beetles, <i>Agasicles hygrophila</i> (Col.: Chrysomelidae) and corresponding strategies	LIU Yufang, PENG Meifang, WANG Chengchao, et al (4928)
Patterns of fruit and seed production and ecological significance in desert species <i>Eremosparton songoricum</i> (FABACEAE)	SHI Xiang, WANG Jiancheng, ZHANG Daoyuan, et al (4935)
Effect of different nitrogen supply on the temporal and spatial distribution and remobilization of canopy nitrogen in winter wheat under limited irrigation condition	HAO Baozhen, JIANG Lina, FANG Baoting, et al (4941)
Plant architecture characteristics of <i>Haloxylon ammodendron</i> and <i>Haloxylon persicum</i> in Zhungar Basin	WANG Lijuan, SUN Dongyuan, ZHAO Chengyi, et al (4952)
Downscaling land surface temperature based on relationship between surface temperature and vegetation index	NIE Jianliang, WU Jianjun, YANG Xi, et al (4961)
Differential characteristics of soil $\delta^{15}\text{N}$ under varying vegetation in karst areas	WANG Zhijun, LIANG Xuan, HE Qiufang, et al (4970)
Effect of nitrogen application rate on growth and leaf photosynthetic characteristics of <i>Jatropha curcas</i> L. seedlings	YIN Li, HU Tingxing, LIU Yongan, et al (4977)
Seasonal variations in leaf C, N, and P stoichiometry of typical plants in the Yangou watershed in the loess hilly gully region	WANG Kaibo, SHANGGUAN Zhouping (4985)
Clonal integration enhances the ability to scavenge reactive oxygen species in root of <i>Cynodon dactylon</i> subjected to submergence	LI Zhaojia, YU Jie, FAN Dayong, et al (4992)
Pattern of flow-covered sand-fixing woodland and its windbreak effect	YANG Wenbin, DONG Huilong, LU Qi, et al (5000)
Evaluation of soil and water conservation capacity of different forest types in Dongling Mountain	MO Fei, LI Xuyong, HE Shuxia, et al (5009)
Changes in structural components and respiration rates of coarse woody debris at the initial decomposition stage for 11 temperate tree species	ZHANG Limin, WANG Chuankuan, TANG Yan (5009)
Characteristics of nutrient cycling in first and second rotations of Chinese fir plantations	TIAN Dalun, SHEN Yan, KANG Wenxing, et al (5025)
The optimal design of a connected nature reserve network	WANG Yicheng (5033)
Sub-areas compartmentalization of Changjiang Estuary based on the natural geographical characteristics	LIU Lusan, ZHENG Binghui, MENG Wei, et al (5042)
The environmental and economic influence of coal-electricity integration exploitation in the Xilingol League	WU Di, DAI Fangzhou, YAN Yan, et al (5055)
Review and Monograph	
The influence of diversity changes of ecological conditions on the survival of honey bees	HOU Chunsheng, ZHANG Xuefeng (5061)
Scientific Note	
The spatio-temporal change in the secondary production of macrozoobenthos in the intertidal zone of Jiaozhou Bay	ZHANG Chongliang, XU Binduo, REN Yiping, et al (5071)
The studying system construction of wetland parks	WANG Lilong, LU Lin (5081)
Ecological footprint analysis of a semi-arid grassland region facilitates assessment of its ecological carrying capacity: a case study of Xilinguole League	YANG Yan, NIU Jianming, ZHANG Qing, et al (5096)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 17 期 (2011 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 17 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元