

基于北京一号影像的射阳河口无机氮磷 营养盐监测研究*

许 勇^{1,2}, 成长春², 张 鹰³, 张 东³

(1. 盐城师范学院 城市与资源环境学院 盐城 224002; 2. 江苏沿海开发研究院 盐城师范学院
盐城 224002; 3. 南京师范大学 地理科学学院 南京 210046)

提要 通过在江苏射阳河口现场采集光谱和水样, 将实测光谱重采样为北京一号的波段反射率并与可溶性无机氮(DIN)和可溶性无机磷(DIP)浓度作相关性分析。结果表明, 北京一号的近红外和红波段与 DIN、DIP 浓度呈强烈的正相关, 这反映了沉积物的再悬浮作用是该海域营养盐的重要来源; 与 DIN、DIP 浓度相关性高的主要波段组合因子是由近红外波段与绿波段以及红波段与绿波段的比值或差值构成的因子, 其相关性高于单波段因子。最终选择因子 $F_{10(3, 1)}$ 的三次多项式模型作为该海域 DIN、DIP 浓度定量反演模型。模型相对浓度较高的样本组(DIN \geq 200 μ g/L, DIP \geq 20 μ g/L)其预测精度分别为 73.69%和 73.45%, 而该海域 DIN、DIP 浓度的均值远远超过了上述阈值, 影像反演结果也与实际情况高度吻合, 反映了模型在该海域的实际应用价值。

关键词 DIN 浓度; DIP 浓度; 射阳河口; 北京一号小卫星; 遥感

中图分类号 TP79

江苏沿海位于我国东部沿海经济带、长江沿岸经济带和新亚欧大陆桥经济带的结合部, 区位优势, 经济发达, 但伴随经济发展对海洋的污染也日益严重, 近岸海域主要污染物为活性磷酸盐、无机氮、化学需氧量和石油类污染物等, 其中活性磷酸盐和无机氮的污染分担率就达到了 53.3%(许勇, 2009)¹⁾, 因此对江苏沿海无机氮磷营养盐进行监测对防控赤潮、保护海洋生态环境具有重要的意义。

长期以来, 水色遥感关注的焦点主要集中在叶绿素、悬浮物质和黄质(CDOM)等水色要素的反演与监测方面(Bricaud *et al.*, 1981; 王晓梅等, 2006; 潘德炉等, 2008; 王林等, 2011), 这些要素能间接地反映水质状况, 但它们并不是水体污染的直接指标。与此相对的是, 无机氮磷营养盐是浮游植物能够直接吸收利用的物质, 是水质和水体污染的直接指标, 建立

有效的无机氮磷营养盐浓度反演模型是实现海洋水质遥感监测的重要前提, 具有重要的现实意义和推广价值, 在这方面国内外一些学者已经开展了相关的研究(巩彩兰等, 2006; Zhang *et al.*, 2007; 许勇等, 2008; Xu *et al.*, 2010)。本文以射阳河口附近海域为研究区, 现场采集水样和光谱, 通过分析光谱反射率与无机氮磷营养盐浓度之间的关系, 探索无机氮磷营养盐浓度与水体中悬浮颗粒及其光谱特征间的内在联系。

射阳河发源于宝应县的射阳湖, 全长 198km, 流域面积 4030km², 其河口位于射阳县海通镇, 是里下河地区排水入海的最大天然干流。射阳河口位于江苏沿海侵蚀性岸段和淤长性岸段之间, 其河口北侧属于侵蚀性岸段, 南侧属于淤长性岸段。近年来, 沿岸经济的发展、陆源污染物排放量增加给河口附近海域

* 国家自然科学基金项目, 41071083 号; 江苏省高校自然科学研究面上项目, 11KJB170010 号; 盐城师范学院教授、博士基金, 10YSYJB0207 号。

通讯作者: 许勇, 副教授, 博士, E-mail: xuyyc@163.com

1) 许 勇, 2009. 江苏沿海无机氮磷营养盐遥感监测研究. 南京: 南京师范大学博士论文

收稿日期: 2012-08-31, 收修改稿日期: 2013-01-23

的生态环境造成了巨大威胁。

1 数据获取和处理

本次野外光谱测量时间为 2008 年 5 月 29 日至 31 日, 在射阳河口附近海域进行了三个航次的测量和采样, 共在 60 个测点测量水体光谱(图 1)。光谱测量所用光谱仪是 ASD 公司生产的 FieldSpec 地物光谱仪, 每天测量的时间为 9:30—14:30, 同时用 GPS 定位并记录当时的风速, 以便于对影像进行大气校正。在测定水体光谱的同时采取水样, 所采取的水样按照《海洋监测规范》(GB17378.4-1998)规定的方法测定其中的可溶性无机氮(DIN)和可溶性无机磷(DIP)的浓度。由于在某些测点上受船舶排放污水的影响, 导致营养盐的浓度超过仪器的量程, 共剔除 6 组异常数据, 剩余 54 组用于分析和建模。

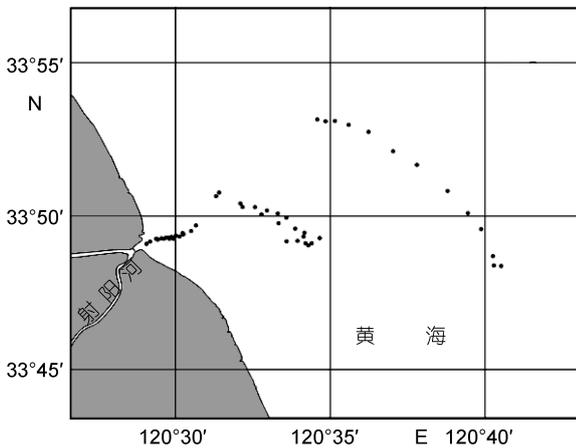


图 1 采样点的位置
Fig.1 Study area and sampling stations

北京一号卫星是由国家科技部、北京市政府、国土资源部等部门和英国萨瑞卫星技术有限公司合作发展的小卫星系统, 于 2005 年 10 月 27 日发射, 其有效载荷包括一台全色相机和一台多光谱相机。本研究所用影像为与现场光谱测量同步的 2008 年 5 月 31 日

的北京一号多光谱影像, 利用经过几何精校正的 908 专项的卫星影像底图进行影像对影像的校正。采用与影像同步的 MODIS 数据推算北京一号各波段的气溶胶辐亮度完成大气校正(许勇等, 2009)。

由于最终所建立的遥感反演模型是针对星载传感器的, 不同传感器在各个波段的光谱响应函数各不相同, 本研究所用影像为北京一号多光谱影像, 因此, 有必要对实测的光谱按北京一号多光谱传感器的光谱响应函数进行光谱重采样。重采样后各波段的反射率按如下公式计算:

$$R_i = \sum_{\lambda_{ui}}^{\lambda_{hi}} R(\lambda) \Phi_i(\lambda) / \sum_{\lambda_{ui}}^{\lambda_{hi}} \Phi_i(\lambda) \quad (1)$$

其中 R_i 代表波段 i 的反射率, λ_{ui} 是波段 i 的起始波长, λ_{hi} 是波段 i 的终止波长, $R(\lambda)$ 是波长 λ 处的反射率, $\Phi_i(\lambda)$ 是波段 i 在波长 λ 处的光谱响应函数值(王璐等, 2007)。

2 数据处理

将经重采样后模拟的北京一号多光谱影像三个波段的光谱反射率, 按表 2 所列的形式组成各种单波段和波段组合因子, 并将这些因子分别与 DIN、DIP 浓度进行相关性分析, 寻找对 DIN、DIP 浓度敏感的波段或波段组合。

2.1 单波段因子相关性

由图 2 所示, 单波段因子与 DIN、DIP 浓度的相关系数相差不大, 与 DIP 浓度的相关系数略大于与 DIN 浓度的相关系数。从各个波段的角度而言, 近红外波段与 DIN、DIP 浓度呈强烈的正相关, 且相关系数最高, 可达到 0.7 以上; 红波段与 DIN、DIP 浓度也呈正相关, 但相关系数略低, 大致在 0.4—0.6 之间; 绿波段则呈微弱的正相关。由此可见, DIN、DIP 浓度与波段反射率的相关性在近红外波段较高, 红波段其次, 且该海域 DIN、DIP 浓度与光谱间的相关性几乎一致, 这说明在该海域 DIN、DIP 浓度与悬浮

表 1 单波段因子和波段组合因子
Tab.1 Single band and multi-band factors

因子	表达式	因子	表达式	因子	表达式
$F_{1(i)}$	R_i	$F_{6(i)}$	$\ln R_i$	$F_{11(i,j)}$	$(R_i+R_j)/(R_i-R_j)$
$F_{2(i)}$	R_i^2	$F_{7(i,j)}$	R_i-R_j	$F_{12(i,j)}$	$R_i \times R_j / (R_i+R_j)$
$F_{3(i)}$	R_i^3	$F_{8(i,j)}$	$R_i \times R_j$	$F_{13(i,j)}$	$R_i \times R_j / (R_i-R_j)$
$F_{4(i)}$	e^{R_i}	$F_{9(i,j)}$	R_i / R_j	$F_{14(i,j)}$	$(R_i+R_j) / (R_i \times R_j)$
$F_{5(i)}$	$R_i^{1/2}$	$F_{10(i,j)}$	$(R_i-R_j)/(R_i+R_j)$	$F_{15(i,j)}$	$(R_i-R_j) / (R_i \times R_j)$

i, j 分别为北京一号影像的波段序号

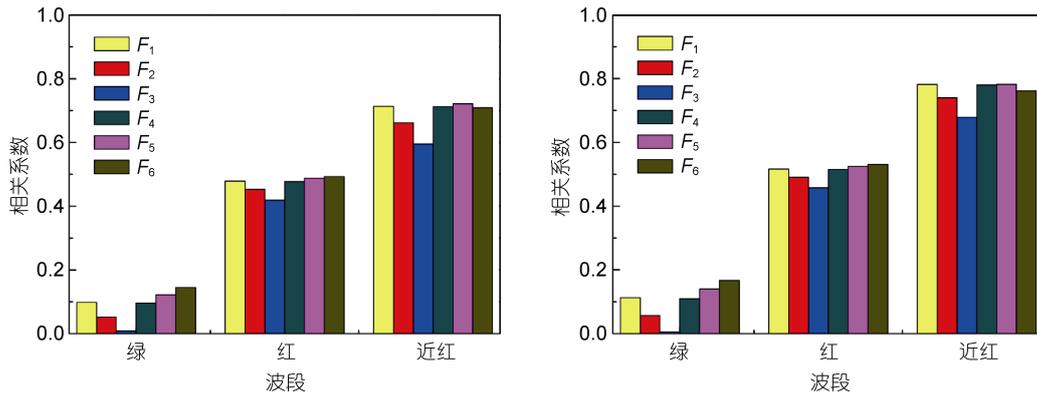


图 2 单波段因子与 DIN、DIP 浓度的相关性

Fig.2 Correlation between single band factors and concentrations of DIN and DIP
a: DIN; b: DIP

颗粒浓度间存在着紧密的联系。

河口海域虽然氮磷元素的输入量很大，但氮磷元素大多以有机态和颗粒态输入，直接以无机态输入的量并不大。由于表层水体直接与空气接触，水体的氧化性由表层向底层逐渐减弱，还原性逐渐增强，再加上底泥中存在大量的底栖生物和微生物，大量有机态和颗粒态氮磷只有在底泥中才能得到充分的还原和降解，并使氮磷营养盐以无机态析出进入底泥的间隙水中。在波浪、潮流等动力因素扰动下，这些无机态的营养盐通过沉积物的再悬浮得以释放(秦伯强等, 2003; 董慧等, 2012)。从不同的营养盐角度看，DIN 极易溶于水，它主要来源于沉积物间隙水的扩散；DIP 不仅与间隙水的扩散有关，它的浓度还取决于它与水体中悬浮颗粒间的吸附—脱附平衡，但活跃的动力因素不仅有利于间隙水中营养盐的释放，也有利于 DIP 的脱附。具体到射阳河口，该海域位于江苏沿海中部，沿岸属于粉砂淤泥质海岸，沿岸海域水体混浊，泥沙含量高，且射阳河所在里下河地区在地形上是一个洼地，绝大部分河流河口有闸，用于挡潮，闸门大部分时间处于关闭状态，当闸门关闭时，内源性的释放就成为该海域营养盐的主要来源。综上所述，该海域底部沉积物的再悬浮作用是无机氮磷营养盐的重要来源，很多研究表明水体中这种再悬浮作用所导致的表层营养盐浓度的增加远远大于由单纯扩散作用导致营养盐浓度的增加(张霄宇等, 2005; 逢勇等, 2007)，这也是造成该海域 DIN、DIP 浓度与近红外波段反射率呈强烈正相关的主要原因。

2.2 波段组合因子相关性

对波段组合因子与 DIN、DIP 浓度进行相关性分析后发现，因子 F_7 、 F_9 、 F_{10} 与 DIN 浓度间的相关性

较为突出，因子 F_7 、 F_9 、 F_{10} 及 F_{12} 与 DIP 浓度间的相关性较为突出。在这些因子中相关性高的波段组合主要是由近红外波段与绿波段以及红波段与绿波段的比值与差值构成的，这也反映了该海域水体中悬浮物与 DIN、DIP 浓度间存在密切联系。波段组合因子中与 DIN 浓度的相关性最高达到 0.766，而单波段因子的相关性最高只达到 0.721；与 DIP 浓度的相关性最高达 0.826，单波段因子最高只有 0.782，可见波段组合因子的相关性比单波段因子明显提高。因此，我们最终确定使用因子 $F_{10(3, 1)}$ 和 $F_{9(3, 1)}$ 建立该海域 DIN、DIP 浓度的定量反演模型。

表 2 波段组合因子 F_{10} 与 DIN 浓度的相关性

Tab.2 Correlation between multi-band factor F_{10} and DIN concentration

波段 i \ 波段 j	波段 j		
	绿(1)	红(2)	近红(3)
绿(1)	0.000	-0.696	-0.766
红(2)	0.696	0.000	-0.764
近红(3)	0.766	0.764	0.000

表中灰色部分是相关性较高的波段组合。

表 3 波段组合因子 F_9 与 DIP 浓度的相关性

Tab.3 Correlation between multi-band factor F_9 and DIP concentration

波段 i \ 波段 j	波段 j		
	绿(1)	红(2)	近红(3)
绿(1)	0.000	-0.717	-0.739
红(2)	0.750	0.000	-0.762
近红(3)	0.823	0.826	0.000

表中灰色部分是相关性较高的波段组合。

3 反演模型及模型评价

3.1 DIN 和 DIP 浓度反演模型

将 54 个样本数据随机分为两组, 其中建模组合 40 个样本, 检验组合 14 个样本, 分别选取线性、2 次多项式、3 次多项式、指数、对数、幂函数等模型用因子 $F_{10(3,1)}$ 和 $F_{9(3,1)}$ 作为自变量构建 DIN 和 DIP 浓度的回归模型。用建模组数据建立模型, 用检验组数据验证, 选择 R^2 较大的模型(表 4, 表 5)分别计算它们建模组和检验组的平均相对精度。

DIN 浓度模型以因子 $F_{10(3,1)}$ 的三次多项式模型的 R^2 最高, 达到 0.645, 总体上看, 由因子 $F_{10(3,1)}$ 建立的模型无论是 R^2 还是平均相对预测精度都比由因子 $F_{9(3,1)}$ 构建的模型要高。DIP 浓度模型的 R^2 普遍高于相同因子构建的 DIN 浓度反演模型, 但它们在预测的平均相对精度方面却基本相当。无论是 DIN 反演模型还是 DIP 浓度反演模型, 由因子 $F_{10(3,1)}$ 构建

的三次多项式模型拥有最高的预测精度, 最终选择这两个模型作为射阳河口海域 DIN、DIP 浓度反演的模型。DIN 浓度反演模型为:

$$Y = -2.89X^3 - 2.73X^2 + 0.12X + 0.569 \quad (2)$$

DIP 浓度的反演模型为:

$$Y = -0.58X^3 - 0.49X^2 + 0.046X + 0.093 \quad (3)$$

3.2 模型评价

通过 DIN、DIP 浓度实测值与预测值的散点图(图 3, 4)可以发现上述两个模型存在着在低浓度区预测相对误差较大的问题。为进一步深入分析模型的预测精度, 将所有样本按 DIN、DIP 浓度的大小分为两组, DIN 浓度按 $200\mu\text{g/L}$ 为分界线分为浓度 $\geq 200\mu\text{g/L}$ 和 $< 200\mu\text{g/L}$ 两个样本组, DIP 浓度按 $20\mu\text{g/L}$ 为分界线分为浓度 $\geq 20\mu\text{g/L}$ 和 $< 20\mu\text{g/L}$ 两个样本组, 分别计算不同浓度样本组的平均相对精度和均方根误差(表 8)。可以发现, 对于浓度相对较高的样本组, DIN 浓度模型预测的相对精度为 73.69%, DIP 浓度模型相对误

表 4 DIN 浓度回归模型及其预测相对精度比较

Tab.4 Models of DIN concentration and their relative accuracy

X	模 型	R^2	建模组预测相对精度(%)	检验组预测相对精度(%)
$F_{9(3,1)}$	$Y = -0.749X^3 + 1.166X^2 + 0.078X + 0.081$	0.631	65.2	58.2
$F_{10(3,1)}$	$Y = 0.184X^2 + 0.757X + 0.559$	0.623	63.9	57.6
$F_{10(3,1)}$	$Y = -2.89X^3 - 2.73X^2 + 0.12X + 0.569$	0.645	66.9	59.6

表 5 DIP 浓度回归模型及其预测相对精度比较

Tab.5 Models of DIP concentration and their relative accuracy

X	模 型	R^2	建模组预测相对精度(%)	检验组预测相对精度(%)
$F_{9(3,1)}$	$Y = -0.251X^3 + 0.47X^2 + 0.16X + 0.031$	0.716	66.0	64.4
$F_{10(3,1)}$	$Y = 0.094X^2 + 0.175X + 0.091$	0.699	63.2	61.8
$F_{10(3,1)}$	$Y = -0.58X^3 - 0.49X^2 + 0.046X + 0.093$	0.730	66.7	63.5

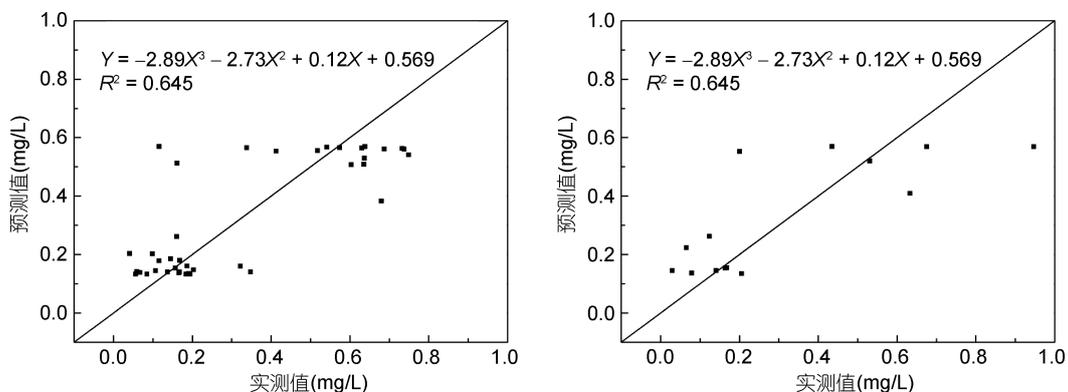


图 3 DIN 浓度回归模型预测值与实测值比较

Fig.3 Plots of measured DIN concentration vs the value estimated by the model

a: 建模组; b: 检验组

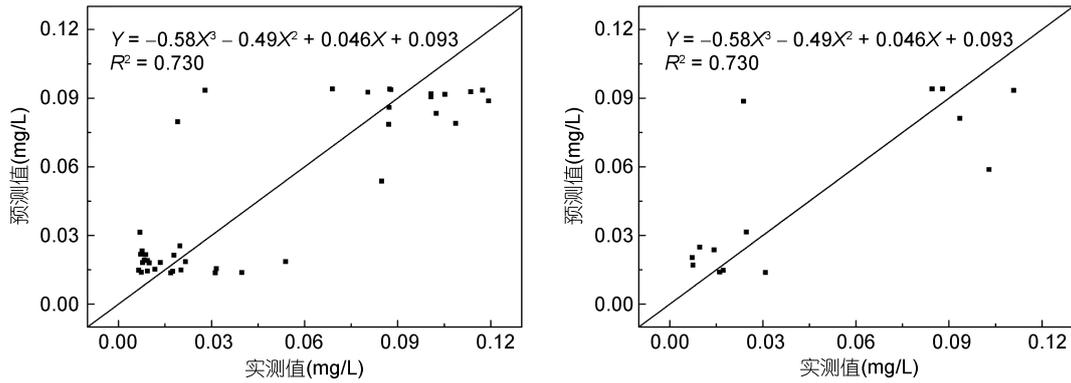


图 4 DIP 浓度回归模型预测值与实测值比较

Fig. 4 Plots of measured DIP concentration vs the value estimated by the model
a: 建模组; b: 检验组

表 6 不同浓度条件下 DIN 和 DIP 浓度回归模型的误差比较
Tab.6 The accuracy of models under different DIN and DIP concentration conditions

	DIN 浓度反演模型		DIP 浓度反演模型	
	平均相对精度(%)	RMSE($\mu\text{g/L}$)	平均相对精度(%)	RMSE($\mu\text{g/L}$)
浓度 $\geq 200\mu\text{g/L}$ 的样本组	73.69	173.2	浓度 $\geq 20\mu\text{g/L}$ 的样本组	73.45
浓度 $< 200\mu\text{g/L}$ 的样本组	32.02	129.1	浓度 $< 20\mu\text{g/L}$ 的样本组	5.40

RMSE: 均方根误差

差为 73.45%，这说明它们的预测精度都超过了 70%，而对于低浓度的样本组，模型的预测精度则很不理想。由于射阳河口 DIN 和 DIP 浓度的均值远远超过了浓度分组的阈值 $200\mu\text{g/L}$ 和 $20\mu\text{g/L}$ ，因此，上述模型在射阳河口海域仍具有很大的实际应用价值。

4 模型反演结果

采用与现场光谱测量同步的 2008 年 5 月 31 日的北京一号影像进行 DIN、DIP 浓度反演，反演结果如图 5、图 6 所示。

从反演结果看，DIN、DIP 浓度在射阳河口均存在一个明显的高值区，表现为由河口向外浓度逐渐降低，并向射阳河口的南侧扩散。根据长期监测，射阳河口南侧潮流的流速远大于河口北侧的流速，且射阳河口位于江苏沿海侵蚀性岸段和淤长性岸段之间，其河口北侧属于侵蚀性岸段，南侧属于淤长性岸段(张忍顺等, 2002)，而且这一海域泥沙运移方向是向南的(江苏省海岸带和海涂资源综合考察队, 1986)，因此河口南侧水体中悬浮颗粒浓度比北侧大，比较混浊，此外在射阳河口南侧有一造纸厂，其污水直排入海，因此水体中的营养盐浓度也较大，而影像反演的结果与上述特点正好吻合。另外，从整体上看，DIN、DIP 浓度都呈现从沿岸向外海逐渐降低的特点，

这与营养盐实际的分布状况是一致的，但由于反演模型在低浓度区预测精度不太理想，因此在影像上远海区域所反演出的浓度值只能反映总体的分布规律，具体的浓度值尚有一定误差，而近岸部分的浓度预测精度则相对较高。

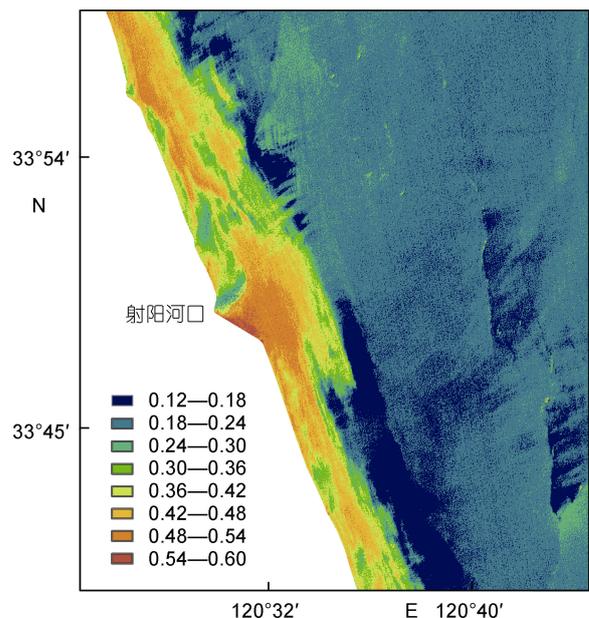


图 5 DIN 浓度反演结果 (单位: mg/L)

Fig.5 Retrieved results of DIN concentration (mg/L)

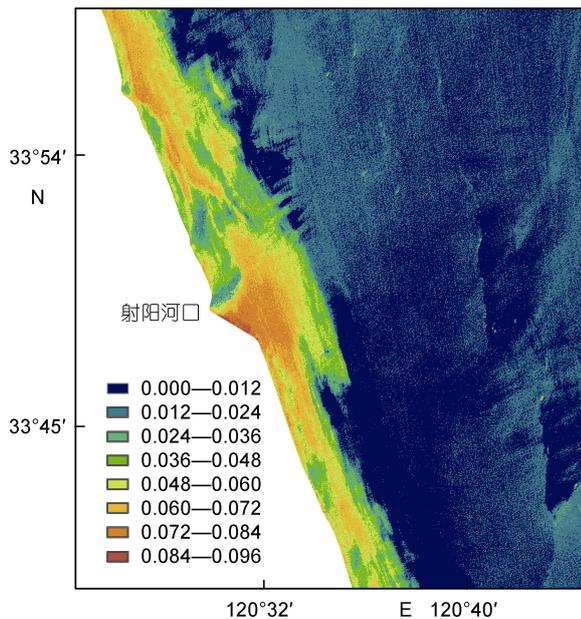


图 6 DIP 浓度反演结果 (单位: mg/L)

Fig.6 Retrieved results of DIN concentration (mg/L)

由于北京一号影像成像时间是 2008 年 5 月 31 日, 提取这一天的实测浓度与影像反演所获得的浓度进行对比, 主要比较模型预测的均方根误差。影像反演所获得的 DIN 浓度与 31 日实测所得的浓度间的均方根误差为 133.8 $\mu\text{g/L}$, 而模型对建模组样本集进行预测的均方根误差为 143.3 $\mu\text{g/L}$; 对检验组样本预测的均方根误差则为 171.7 $\mu\text{g/L}$; DIP 浓度与 31 日实测所得的浓度间的均方根误差为 14.8 $\mu\text{g/L}$, 而模型对建模组样本集进行预测的均方根误差为 21.1 $\mu\text{g/L}$, 对检验组样本预测的均方根误差则为 23.4 $\mu\text{g/L}$ 。尽管 5 月 31 日这一天的测点位置离河口较远, 氮磷营养盐浓度偏低, 根据上面的分析, 模型的预测精度应该不太理想, 但是通过比较却发现影像反演结果与同步实测数据之间的误差要小于模型对整个样本集的预测误差, 这更加证明了该模型用于影像反演的有效性。

5 结论

(1) 相关性分析结果表明, 北京一号的近红外和红波段反射率与 DIN、DIP 浓度呈明显的正相关。在波段组合因子中 F_7 、 F_9 、 F_{10} 与 DIN、DIP 浓度的相关性较为突出, 其相关性比单波段因子明显提高; 上述因子主要由近红外、红波段与绿波段的比值或差值构成, 其原因主要是沉积物的再悬浮作用是该海域营养盐的重要来源, DIN、DIP 浓度与悬浮颗粒浓度间存在紧密联系。

(2) 经比较, 最终选择因子 $F_{10(3, 1)}$ 的三次多项式模型作为该海域 DIN、DIP 浓度反演模型。模型的 R^2 分别为 0.645 和 0.730, 对于浓度相对较高的样本组 ($\text{DIN} \geq 200\mu\text{g/L}$, $\text{DIP} \geq 20\mu\text{g/L}$), 模型相对精度分别为 73.69% 和 73.45%, 而该海域 DIN、DIP 浓度的均值远远超过了上述阈值。影像反演结果表明, DIN、DIP 浓度均明显表现出由河口向外逐渐降低的特点, 反演结果与实际情况完全吻合。通过与同步实测的营养盐数据比较, 反演结果与同步实测数据之间的误差要小于模型对整个样本集的预测误差, 进一步证明了模型的有效性。

参 考 文 献

- 王林, 赵冬至, 杨建洪等, 2011. 大洋河河口海域有色溶解性有机物的光学特性及遥感反演模型. 海洋学报, 33(1): 45—51
- 王晓梅, 唐军武, 宋庆君等, 2006. 黄海、东海水体总吸收系数光谱特性及其统计反演模式研究. 海洋与湖沼, 37(3): 256—263
- 王璐, 蔺启忠, 贾东等, 2007. 多光谱数据定量反演土壤营养元素含量可行性分析. 环境科学, 28(8): 1822—1828
- 巩彩兰, 尹球, 匡定波, 2006. 黄浦江水质指标与反射光谱特征的关系分析. 遥感学报, 10(6): 910—916
- 江苏省海岸带和海涂资源综合考察队, 1986. 江苏省海岸带和海涂资源综合调查报告. 北京: 海洋出版社, 341—342
- 许勇, 张鹰, 刘吉堂等, 2008. 应用 MODIS 影像监测海州湾无机氮浓度的研究. 海洋科学, 32(9): 76—81
- 许勇, 张鹰, 刘吉堂等, 2009. MODIS 辅助的北京一号影像近海 II 类水体大气校正. 海洋科学进展, 27(1): 66—73
- 张忍顺, 陆丽云, 王艳红, 2002. 江苏海岸侵蚀过程及其趋势. 地理研究, 21(4): 469—478
- 张霄宇, 林以安, 潘德炉等, 2005. 遥感技术在河口颗粒态总磷分布及扩散研究中的应用初探. 海洋学报, 27(1): 51—56
- 逢勇, 韩涛, 李一平等, 2007. 太湖底泥营养要素动态释放模拟和模型计算. 环境科学, 28(9): 1960—1964
- 秦伯强, 胡维平, 高光等, 2003. 太湖沉积物悬浮的动力机制及内源释放的概念性模式. 科学通报, 48(17): 1822—1831
- 董慧, 郑西来, 张健, 2012. 河口沉积物孔隙水营养盐分布特征及扩散通量. 水科学进展, 23(6): 815—821
- 潘德炉, 马荣华, 2008. 湖泊水质遥感的几个关键问题. 湖泊科学, 20(2): 139—144
- Bricaud A, Morel A, Prieur L, 1981. Absorption by dissolved organic matter of sea (yellow substance) in the UV and visible domains. Limnology and Oceanography, 26(1): 43—53
- Xu Y, Zhang Y, Zhang D, 2010. Retrieval of dissolved inorganic

nitrogen from multi-temporal MODIS data in Haizhou Bay. Marine Geodesy, 33(1): 1—15
Zhang X Y, Lin X, He D *et al*, 2007. Remote sensing of sea sur-

face nutrient in the frontal zone of Changjiang diluted water and the Taiwan warm current. Acta Oceanologica Sinica, 26(3): 22—32

DETERMINE CONCENTRATIONS OF NITROGEN AND PHOSPHORUS IN ESTUARY WITH SATELLITE IMAGE

XU Yong^{1,2}, CHENG Chang-Chun², ZHANG Ying³, ZHANG Dong³

(1. School of Urban and Resource Environment, Yancheng Teachers University, Jiangsu Province, Yancheng, 224002;

2. Research Institute of Jiangsu Coastal Development, Jiangsu Province, Yancheng, 224002;

3. College of Geography, Nanjing Normal University, Nanjing, 210046)

Abstract Using in-situ measured spectrum, we simulated the reflectance of multi-spectral image taken by satellite Beijing-1 and calculated the correlations between simulated reflectance and concentrations of dissolved inorganic nitrogen (DIN) and dissolved inorganic phosphorus (DIP) in Sheyang River estuary in northern Jiangsu Province, Yellow Sea, East China. Results show that near-infrared and red bands have greater positive correlations with DIN and DIP concentrations than that of green band, indicating that resuspended sediment is an important source of nutrients in the estuary. Multi-band factors are more closely correlated with DIN and DIP concentrations than single band factors do, which is caused mostly by the difference or ratio of near-infrared and green bands. After comparing R^2 and relative accuracy, the cubic models established by $F_{10(3, 1)}$ factor are chosen to retrieve DIN and DIP concentrations. The value R^2 of DIN and DIP models arrive at 0.645 and 0.730, respectively. The accuracy of the models under relatively high concentration conditions ($\text{DIN} \geq 200 \mu\text{g/L}$, $\text{DIP} \geq 20 \mu\text{g/L}$, which are well below the average value in this area) arrive at 73.69% and 73.45%. The retrieved results are well consistent with the real conditions and errors between the retrieved results and in-situ data are lower than errors of whole sample set. The model therefore, was proved effective.

Key words DIN concentration; DIP concentration; Sheyang River estuary; Beijing-1 Micro-satellite; remote sensing