

# 胶州湾及青岛近海水中颗粒物散射特性及其分类

刘晓燕<sup>1</sup>, 杨 倩<sup>1\*</sup>, 陈树果<sup>2</sup>, 胡连波<sup>2</sup>, 宗芳伊<sup>1</sup>, 刘巧君<sup>1</sup>

1. 齐鲁工业大学(山东省科学院), 山东省科学院海洋仪器仪表研究所, 山东 青岛 266000  
2. 中国海洋大学信息科学与工程学院, 山东 青岛 266000

**摘要** 胶州湾位于山东半岛南部, 是黄海西部的一个半封闭海湾, 是北温带海湾生态系统的重要代表。由于水体交换能力不足, 容纳的污染物总量较大, 胶州湾及青岛近海水体富营养化问题突出, 对其水质进行实时有效监测意义重大。2014年8月和2015年10月在胶州湾及青岛近海进行了两次海洋光学现场实验, 测量海水固有光学性质。利用高光谱吸收衰减仪 ac-s 测量了海水吸收系数和衰减系数光谱剖面, 并计算了海水散射系数光谱剖面; 利用后向散射仪 BB9(2014年航次)和 HS6(2015年航次)测量了海水后向散射系数光谱剖面, 并计算了水中颗粒物的后向散射比。利用现场测量数据, 建立了悬浮粒子散射系数和后向散射系数光谱模型, 以及 532 nm 处后向散射系数与散射系数的关系模型。利用后向散射比提供的粒子折射率信息分析了胶州湾及青岛近海海域的粒子组成及其空间分布情况。最后分析了悬浮粒子散射特性与浓度 SPM 的关系。研究表明: 胶州湾内的散射系数  $b_p$  和后向散射系数  $b_{bp}$  值普遍高于青岛近海, 并且胶州湾内越靠近岸边的站位, 其值越大, 胶州湾内站位的散射系数  $b_p$  光谱斜率( $m=0.56$ )较青岛近海站位大( $m=0.44$ ); 胶州湾及青岛近海海域的粒子后向散射系数和散射系数之间存在幂指数回归关系; 研究海域的粒子折射率在 1.097~1.197 之间, 粒子组成以无机矿物粒子为主, 两次现场实验的结果表明湾口站位(JZ1, QD1 和 QD7)的折射率变化不大。选取从湾内经湾口到青岛近海的站位组成断面, 分析这些站位粒子折射率  $n_p$  的分布发现, 湾内从近岸(JZ9)到湾口(JZ1), 粒子折射率逐渐增大, 湾内粒子无机成分更多; 青岛近海离岸越远(QD7—QD5), 粒子折射率逐渐减小, 有机粒子的成分增加。JZ6 站位为靠近胶州湾大桥的站位点, 粒子折射率明显小于大桥两边的站位。后向散射系数与 SPM 浓度之间存在线性回归和幂指数回归关系, 但幂指数回归结果优于线性回归结果。

**关键词** 二类水体; 海洋水色遥感; 散射特性; 粒子分类; 胶州湾及青岛近海

**中图分类号:** P733.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2020)10-3102-06

## 引言

水中粒子的散射系数和后向散射系数是衡量粒子属性的两个重要参数, 利用水体的散射特性可以研究海水粒子的组成成分, 这是近岸海洋光学研究的一个重要问题。研究表明粒子散射和后向散射系数的光谱模型都服从幂函数<sup>[1]</sup>, 宋庆君等<sup>[2]</sup>利用中国黄、东海的现场测量数据, 得到该海区的水体总后向散射系数  $b_b$  与水体总散射系数  $b$  的关系为乘幂关系。Van de Hulst<sup>[3]</sup>的研究显示粒子的散射特性取决于粒子的大小、折射率、组成及形状。因此, 利用多个测量的光学

参数可以推断悬浮粒子的组成成分<sup>[4]</sup>, 海中悬浮粒子后向散射比  $b_{bp}/b_p$  可用于绘制近岸区域不同类型粒子的分布图<sup>[5]</sup>。Zhang 等<sup>[6]</sup>利用中国黄、东海的夏季现场光学实验数据, 计算粒子折射率信息分析了该海域的粒子组成。该研究显示黄东海的粒子后向散射比光谱, 即粒子后向系数与散射系数的比值  $b_{bp}(\lambda)/b_p(\lambda)$ , 在 442~676 nm 不随波长变化。McKee 等<sup>[7]</sup>利用英国沿岸水体的现场测量数据, 通过回归分析表明, 对于矿物粒子主导的水体, 粒子后向散射比具有光谱依赖性的。

本研究利用 2014 年 8 月和 2015 年 10 月在胶州湾及青岛近海进行的两次海洋光学现场实验数据, 包括海水总吸收

收稿日期: 2019-09-03, 修订日期: 2020-01-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(41206165), 山东省自然科学基金项目(ZR2019PD021, ZR2018QD004), 山东省科学院科技发展基金项目[科基合字(2018)第6号]资助

作者简介: 刘晓燕, 女, 1989年生, 山东省科学院海洋仪器仪表研究所工程师 e-mail: liuxiaoyan@qlu.edu.cn

\* 通讯联系人 e-mail: qian.yang@ymail.com

系数  $a$  和衰减系数  $c$ , 以及粒子后向散射系数  $b_{bp}$ 。胶州湾是伸入内陆的半封闭性海湾, 属于典型的二类浑浊水体, 光学性质较复杂, 而且其富营养化问题突出, 对其水质进行实时有效监测意义重大。分析了胶州湾及青岛近海的水中颗粒物的散射特性, 并应用其散射特性研究了该海域的粒子组成及空间分布情况, 最后研究了散射特性与悬浮颗粒物 (SPM) 浓度之间的关系。这是改进胶州湾及青岛近海水色卫星数据生物光学反演算法、实现卫星遥感监测水质的重要基础。

## 1 数据

图 1 是 2014 年 8 月和 2015 年 10 月在胶州湾及青岛近海进行现场光学实验的站点位置图。其中在胶州湾内设有 9 个站点 (JZ1—JZ9), 在青岛近海设有 7 个站点 (QD1—QD7)。其中, 2015 年航次不包含 JZ8 站点。

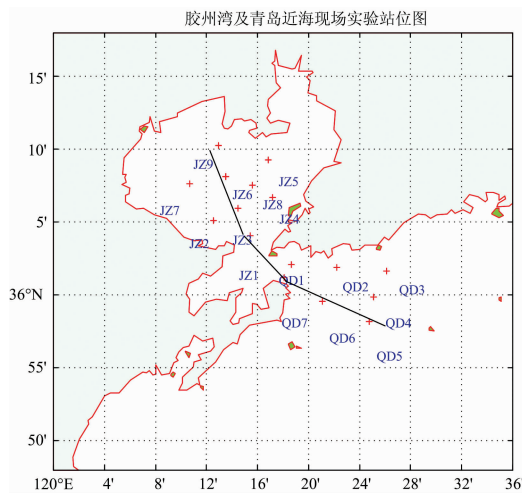


图 1 胶州湾及青岛近海实验站位置图

Fig. 1 The map of Jiaozhou Bay and Qingdao coastal experiment stations

两次实验使用高光谱吸收衰减仪 ac-s 测量吸收系数剖面  $a(\lambda, z)$  和衰减系数  $c(\lambda, z)$  剖面, 波长范围为 400~760 nm, 共 85 个波段。实验前对 ac-s 仪器进行空气和纯水校准。ac-s 直接获得水体吸收系数  $a(\lambda)$  和衰减系数  $c(\lambda)$ , 为了得到更为精确的吸收系数和衰减系数, 需对其作温度、盐度校正和散射校正<sup>[8-9]</sup>

$$a_{m-s-mw}(\lambda) = a_{m-mw}(\lambda) - [\Psi_t(t - t_r) + \Psi_s(s - s_r)] \quad (1)$$

$$a_{mw}(\lambda) = a_{m-s-mw}(\lambda) - a_{m-s-mw}(\lambda_{ref}) \quad (2)$$

式(1)是温盐校正,  $a_{m-mw}$  是测量的水体总吸收系数减去纯水的吸收值,  $\Psi_t$  和  $\Psi_s$  是温度和盐度的校正系数,  $t$  和  $s$  分别是现场实测温度和盐度,  $t_r$  和  $s_r$  分别是校正的参考温度和盐度,  $a_{m-s-mw}$  是温盐校正后的吸收系数; 温盐校正后做散射校正 [式(2)],  $\lambda_{ref}$  是散射校正的参考波长, 选择 750 nm,  $a_{mw}$  是经温盐和散射校正后的吸收系数。对衰减系数数据做同样的校正处理, 进而可以得到颗粒物散射系数  $b_p(\lambda) = c_{mw}(\lambda) - a_{mw}(\lambda)$ 。

2014 年 8 月航次实验应用后向散射仪 BB9 测得了随水

深变化的后向散射系数  $b_{bp}(\lambda, z)$  剖面数据, 波长为 412, 440, 488, 510, 532, 595, 660, 676 和 715 nm。使用 Scale factor(由 Wetlabs 公司提供)校正由散射引起的衰减部分, 得到 117° 的水体总体散射函数  $\beta(\lambda)$ , 然后对体积散射函数  $\beta(\lambda)$  进行吸收校正<sup>[10]</sup>

$$\beta(\lambda) = \beta_{raw}(\lambda) \exp(0.031a(\lambda)) \quad (3)$$

其中  $\beta_{raw}(\lambda)$  和  $\beta(\lambda)$  分别是吸收校正前、后的总体散射函数; 是吸收校正前的总体散射函数;  $a$  是相应波段的校正后的吸收系数, 由 ac-s 获得。由校正后得到的总体散射函数, 减掉纯水的体散射函数, 可获得颗粒物的体散射函数  $\beta_b(\lambda)$ , 根据下列公式可得到颗粒物后向散射系数  $b_{bp}(\lambda)$

$$b_{bp}(\lambda) = 2\pi X \beta_b(\lambda) \quad (4)$$

其中  $X=1.1$ 。

2015 年 10 月航次实验应用 HS6 测得了随水深变化的剖面后向散射系数  $b_{bp}(\lambda, z)$  数据, 波长为 410, 442, 488, 532, 550 和 640 nm。HS6 测量的是水体 140° 方向上的体散射函数, 可以计算得到后向散射系数。但由于水体的衰减作用, 使得后向散射系数被低估, 因此必须对测量的数据进行校正, 即 SIGMA 校正。可利用 ac-s 的吸收系数与散射系数数据进行 SIGMA 校正, 校正过程如式(5)<sup>[11]</sup>

$$b_{bp} = 2\pi x_{bb} [\beta(140) - \beta_w(140)]$$

$$\beta_w(140) = \beta_w(\lambda_0) \left( \frac{\lambda_0}{\lambda} \right)^r$$

$$\beta = \sigma(K_{bb}) \beta_u$$

$$\sigma(K_{bb}) = k_1 \exp(k_{exp} K_{bb})$$

$$K_{bb} = a + 0.4b \quad (5)$$

其中:  $2\pi x_{bb} = 6.79$ ;  $r = 4.32$ ;  $\lambda_0 = 525$  nm;  $\beta_w(\lambda_0) = 0.000167$ ;  $k_1$  和  $k_{exp}$  是与仪器相关的常数, 可在定标文件中找到;  $\beta_u$  是测量未校正的总体散射函数。

本研究中, 计算各站点表层平均散射系数  $b_p(\lambda)$  和后向散射系数  $b_{bp}(\lambda)$  数据时, 根据水深和剖面特性取深度前 1~5 m 内的平均值。

## 2 粒子散射特性

图 2 是 2014 年和 2015 年在胶州湾及青岛近海测量的 (a) 散射系数、(b) 后向散射系数的光谱曲线图, 其中红色表示胶州湾内站点, 蓝色表示青岛近海站点。考虑到 BB9 后向散射仪在较短波段 (<532 nm) 的校正问题, 图 2 仅给出 2015 年 HS6 测量的后向散射系数光谱曲线。散射系数  $b_p$  值随波长的增大而减小, 且胶州湾内站位的散射系数  $b_p$  光谱斜率 ( $m=0.56$ ) 较青岛近海站点大 ( $m=0.44$ )。总的来说, 胶州湾内粒子的散射系数  $b_p$  和后向散射系数  $b_{bp}$  值普遍高于青岛近海, 且胶州湾内越靠近岸边的站点, 其值越大。

Morel<sup>[1]</sup> 的悬浮粒子散射系数光谱模型  $b_p(\lambda)$  被广泛应用如式(6)

$$b_p(\lambda) = b_p(\lambda_0) [\lambda/\lambda_0]^{-m} \quad (6)$$

利用胶州湾及青岛近海现场站位的  $b_p$  数据拟合式(6)中的系数  $m$ , 得出  $m$  的范围在 0.21~0.81 之间,  $m$  的均值为 0.50。

悬浮粒子后向散射系数光谱模型  $b_{bp}(\lambda)$  与  $b_p(\lambda)$  类似<sup>[1]</sup>,

为

$$b_{bp}(\lambda) = b_{bp}(\lambda_0) [\lambda/\lambda_0]^{-n} \quad (7)$$

利用胶州湾及青岛近海现场站点 532~715 nm 的  $b_{bp}$  数据拟合式(7)中的系数  $n$ , 得出  $n$  的范围在 0.36~0.95 之间,  $n$  的均值为 0.70。

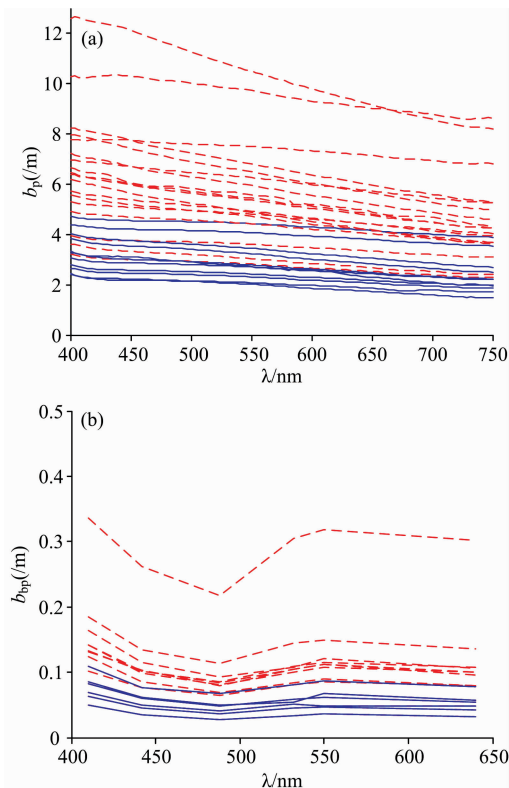


图 2 2014 年和 2015 年现场实验的散射系数 (a) 与 2015 年现场实验的后向散射系数 (b) 光谱曲线图

红色表示胶州湾内站点 (JZ\*), 蓝色表示青岛近海站点 (QD\*)

Fig. 2 The scattering coefficient spectrum of the field experiments in 2014 and 2015 (a) and the backscattering coefficient spectrum of the field experiment in 2015 (b)

The red dotted lines indicate the stations in Jiaozhou Bay (JZ\*) and blue dotted lines indicate the stations in Qingdao offshore (QD\*)

海洋水色遥感中常用的是粒子后向散射系数模型, 但现场数据测量多以测量水体的散射系数为主(可由吸收系数和衰减系数计算得到), 如果知道了后向散射系数与散射系数之间的关系, 那么将增加大量的后向散射系数数据。利用 2014 年和 2015 年的胶州湾及青岛近海的现场光学实验数据, 对水体后向散射系数和散射系数之间的关系进行了研究与分析。如图 3 所示, 以 532 nm 为例, 对后向散射系数与散射系数进行了线性回归(黑色曲线)和幂指数回归(红色曲线)两种回归形式。结果发现两种回归结果的相关性都很好, 幂指数回归形式略优于线性回归形式。值得注意的是该  $b_{bp}$  导出  $b_p$  的关系模型[式(8)]仅适用于胶州湾及青岛近海海域, 对于具有不同颗粒物特性的水体不具有普适性。

$$b_{bp}(532) = 0.015b_p(532)^{1.173} \quad (8)$$

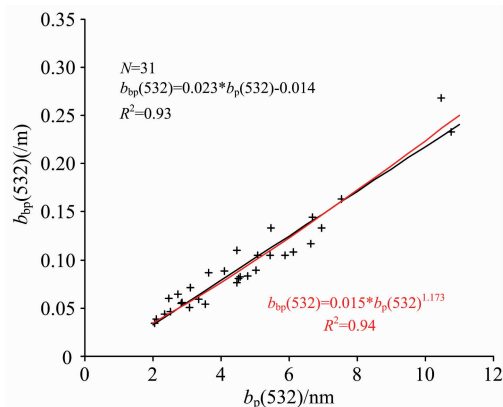


图 3 532 nm 处后向散射系数与散射系数的关系模型

Fig. 3 The models for the relationship between backscattering coefficient and scattering coefficient at 532 nm

### 3 粒子折射率及分类

利用水体的散射特性可以分析水中粒子的组成。利用测量的粒子散射系数和后向散射系数, 基于 Twardowski<sup>[5]</sup> 定义粒子折射率的公式[式(9)]研究了胶州湾及青岛近海的粒子组成。

$$n_p(\tilde{b}_{bp}, r) = 1 + \tilde{b}_{bp}^{0.5377+0.4867r^2} [1.4676 + 2.2950r^2 + 2.3113r^4] \quad (9)$$

其中:  $\tilde{b}_{bp} = b_{bp}/b_b$ ;  $c_p = A\lambda^{-r}$ ;  $\lambda = 532$  nm。

式(9)中的  $r$  是粒子衰减系数的光谱斜率, 可以用 ac-s 测量的去除纯水贡献的衰减系数光谱  $c_{mw}(\lambda)$  拟合获得每个站点的  $r$ ;  $b_{bp}$  可以从 BB9 和 HS6 的测量得到。代入式(9), 计算每个站点的粒子折射率  $n_p$ , 结果如图 4 所示。可以看出, 胶州湾及青岛近海的粒子折射率  $n_p$  值分布在 1.097~1.197 范围内。说明该海域水中颗粒物主要以无机矿物粒子为主。2014 年夏季和 2015 年秋季, 湾口站点 (JZ1, QD1 和 QD7) 的折射率变化不大。湾内北部站点 (JZ5, JZ6, JZ7 和 JZ9) 的

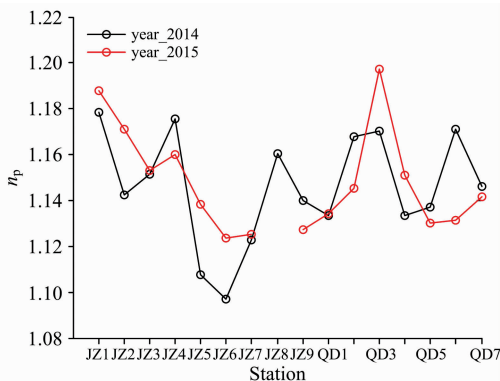


图 4 胶州湾及青岛近海各站点点的粒子折射率  $n_p$

横坐标表示站点, 从左往右站点点顺序依次为 JZ1—9, QD1—7

Fig. 4 The particle refractive index  $n_p$  of each station in Jiaozhou Bay and Qingdao coast

The abscissa indicates the station position, and from left to right the stations are JZ1—9, QD1—7

射率相对较低, 相比其他站点含有比例稍高的有机粒子。如果胶州湾内以 JZ5, JZ6, JZ7 站点为断面, 以南水域的  $n_p$  值高于以北水域。这可能与环湾陆地上人类的活动状态有关。

图 5 是依次选取 JZ9, JZ6, JZ3, JZ1, QD7, QD6 和 QD5 站点为一不规则断面(见图 1 黑色实线), 计算其粒子折射率  $n_p$  随站点及剖面的分布图。可以看出在胶州湾湾口站点 JZ1 和 QD7 处, 粒子折射率  $n_p$  大于湾内与湾外的站点。湾内从近岸(JZ9)到湾口(JZ1), 粒子折射率逐渐增大, 湾内粒子无机成分更多; 青岛近海离岸越远(QD7—5), 粒子折射率逐渐减小, 有机粒子的成分增加。JZ6 站点为靠近胶州湾大桥的站点点, 粒子折射率明显小于大桥两边的站点。2014 年, QD6 和 QD5 站点在 7 m 以下出现无机粒子再悬浮增大的趋势。

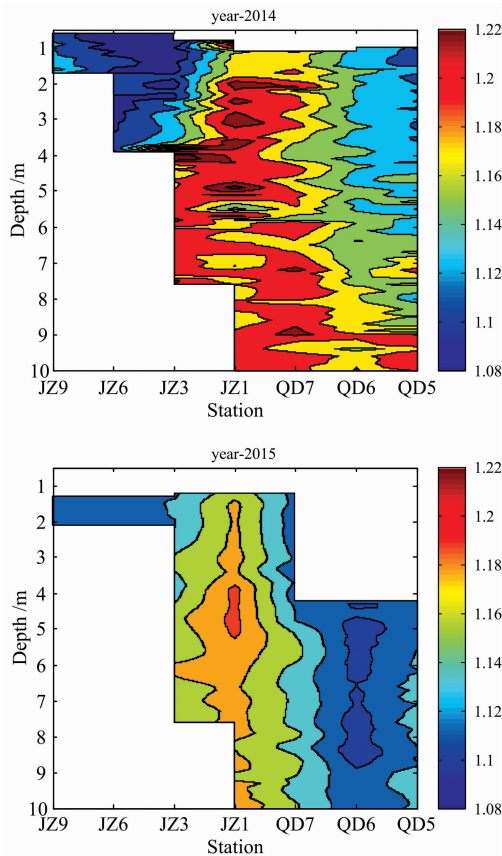


图 5 2014 年和 2015 年粒子折射率剖面分布图  
Fig. 5 The vertical distribution of particle refractive index in 2014 and 2015

#### 4 悬浮物后向散射系数与浓度的关系

基于散射特性的粒子组成成分表明胶州湾及青岛近海的粒子组成主要是无机颗粒物。因此, 利用 2015 年海洋光学现场实验中测量的悬浮物浓度 SPM 和后向散射系数数据, 研究了后向散射系数与 SPM 浓度的关系, 如图 6 所示, 为基于海洋水色遥感数据的 SPM 浓度反演工作提供依据。可以看出, 532 nm 后向散射系数与悬浮物浓度 SPM 之间的线性拟合结果与幂指数拟合结果的相关性都较好(相关系数分别为 0.74 和 0.85), 但幂指数拟合的结果优于线性拟合结果。因此, 在胶州湾及青岛近海海域  $b_{bp}(532)$  与悬浮物浓度 SPM 的幂指数关系为

$$b_{bp}(532) = 0.012[SPM]^{1.229} \quad (10)$$

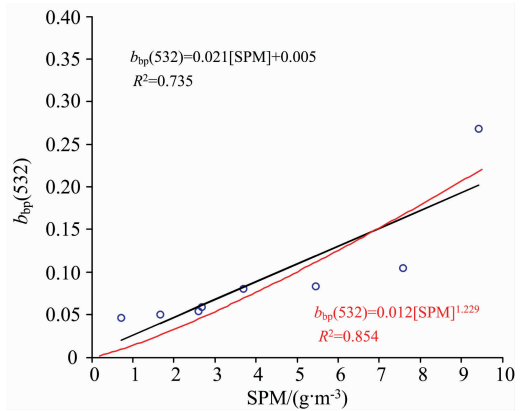


图 6 532 nm 的后向散射系数与 SPM 浓度的关系

Fig. 6 The relationship between backscattering coefficient at 532 nm and SPM concentration

#### 5 结论

利用 2014 年 8 月和 2015 年 10 月在胶州湾及青岛近海进行的两次海洋光学现场实验测量的海水吸收系数  $a$  和衰减系数  $c$ , 以及后向散射系数  $b_b$ , 分析了该海域悬浮粒子的散射特性。胶州湾内的散射系数和后向散射系数值普遍高于青岛近海; 胶州湾及青岛近海海域的粒子后向散射系数和散射系数之间存在幂指数的回归关系。利用粒子折射率信息分析了该海域的粒子组成及其空间分布情况, 该海域的粒子折射率在 1.097~1.197 之间, 粒子组成以无机矿物粒子为主。分析了后向散射系数与悬浮物浓度 SPM 的关系, 幂指数回归结果优于线性回归结果, 但是 SPM 的实测数据量较少, 后续工作将增加现场实验数据继续进行研究。

## References

- [ 1 ] Morel A, Bricaud A. Deep-Sea Research, 1981, 28(11): 1375.
- [ 2 ] SONG Qing-jun, TANG Jun-wu(宋庆君, 唐军武). Octa Oceanologica Scinica(海洋学报(中文版)), 2006, 28(4): 56.
- [ 3 ] Van de Hulst. Light Scattering by Small Particles. Dover Publications, 1981. 138
- [ 4 ] Twardowski M S, Boss E, Macdonald J B, et al. J. Geophys. Res., 2001, 106(14): 129.
- [ 5 ] Emmanuel Pegau W S, Lee M. Journal of Geophysical Research Oceans, 2004, 109: 1.
- [ 6 ] Zhang M W, Tang J W, Song Q J, et al. Journal of Geophysical Research Oceans, 2010, 115(C12): 1.
- [ 7 ] McKee D, Charm M, Brown I, et al. Appl. Opt., 2009, 48: 4663.
- [ 8 ] WET Laboratories, Incorporated, Ac meter protocol document (Revision N), WET Labs Inc., Philomath, Ore, 2008.
- [ 9 ] Moore C, Barnard A, Hankins D, et al. Spectral Absorption and Attenuation Meter (ac-s) User's Guide, Revision A. America: WET Labs Inc, 2004. 5.
- [10] Moore C, Barnard A, Hankins D, et al. Scattering Meter (BB9) User's Guide, Revision A. America: WET Labs Inc, 2005. 2.
- [11] HydroScat—6 Spectral Backscattering Sensor USER'S MANUAL, Revision Date: Jan. 22, 2002.

## The Scattering Characteristics and Classifications of Particulate Matters in Jiaozhou Bay and Qingdao Coastal Areas

LIU Xiao-yan<sup>1</sup>, YANG Qian<sup>1\*</sup>, CHEN Shu-guo<sup>2</sup>, HU Lian-bo<sup>2</sup>, ZONG Fang-yi<sup>1</sup>, LIU Qiao-jun<sup>1</sup>

1. Institute of Oceanographic Instrumentation, Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences), Qingdao 266000, China

2. College of Information Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266000, China

**Abstract** Jiaozhou Bay, located in the south of Shandong peninsula, is a semi-closed bay in the west of the Yellow Sea. It is an important representative of the north temperate gulf ecosystem. Because there are insufficient exchange capacities of water bodies and a large number of pollutants it contained, the eutrophication of the Jiaozhou Bay and Qingdao coastal water is still a significant problem. Therefore it is of great significance to effectively monitor the water quality of the regions in near-real time. In August 2014 and October 2015, two field experiments of ocean optics were conducted in the Jiaozhou Bay and Qingdao coastal area. The profiles of absorption spectra and attenuation spectra were measured using the high spectral absorption-attenuation meter ac-s, from which the profiles of scattering spectra were obtained. The backscattering meters, BB9 and HS6, were used to measure the profiles of the backscattering spectra in August 2014 and October 2015, respectively. Then the backscattering ratios of particles were calculated. Based on the measurements, the spectral models of scattering coefficients and backscattering coefficients of suspended particulate matters were developed, respectively. Moreover, the relationship model between the backscattering coefficient and scattering coefficient at 532 nm was developed as well. The particle composition and its spatial distribution in the Jiaozhou Bay and Qingdao coast area were analyzed using the refractive index information obtained from the backscatter ratio. Finally, the relationship between the scattering parameters and particle concentrations SPM was analyzed. The results show that the values of the scattering and backscattering coefficients in the Jiaozhou Bay are generally higher than those in the Qingdao coast area. The closer the stations are to the shore in Jiaozhou Bay, the greater the values are. The slope of the scattering spectral ( $m=0.56$ ) in the Jiaozhou Bay is larger than that in the Qingdao coastal stations ( $m=0.44$ ). There is a power regression between the backscattering coefficient and the scattering coefficient of particles in the Jiaozhou Bay and Qingdao coast area. The refractive index of particles in this region ranges from 1.097 to 1.197, from which was inferred that the dominant component was inorganic mineral particles. The refractive index of the stations in the bay mouth (JZ1, QD1 and QD7) changed little. A section composed of stations located inside the bay, in the mouth of the bay and outside the Bay (in the Qingdao coast) were selected to analyze the distribution of the particle refractive index. It was found that the refractive index of particles gradually increased from the inner of the Bay (i. e., JZ9) to the mouth of the Bay (i. e., JZ1), which means more inorganic particles inside the Bay. While the refractive index of particles decreased gradually as farther to the coast (from QD7 to QD5) and the composition of organic particles increased. The refractive index of particles in the JZ6 station that is near the Jiaozhou Bay bridge is significantly lower than the stations on both sides of the bridge. The linear and power exponential relationships between the backscattering coefficients and the concentrations of suspended particulate matters were established. It was found that the power exponential regression is better than the linear regression.

**Keywords** Case II waters; Remote sensing of ocean color; Scattering characteristics; Particle classifications; Jiaozhou Bay and Qingdao coastal area

\* Corresponding author

(Received Sep. 3, 2019; accepted Jan. 18, 2020)

## 《光谱学与光谱分析》投稿简则

《光谱学与光谱分析》是由中国科协主管,中国光学学会主办,钢铁研究总院、中国科学院物理研究所、北京大学、清华大学共同承办的专业学术期刊。国内外公开发行人,从 2004 年起为月刊,大 16 开本,2020 年仍为月刊,每期 332 页。《光谱学与光谱分析》主要报道我国光谱学与光谱分析领域内具有创新性科研成果,及时反映国内外光谱学与光谱分析的进展和动态;发现并培育人才;推动和促进光谱学与光谱分析的发展。为科教兴国服务。读者对象为从事光谱学与光谱分析的科研人员、教学人员、分析测试人员和科研管理干部。

### 栏目设置和要求

1. 研究报告 要求具有创新性的研究成果,一般文章以 8000 字(包括图表、参考文献、作者姓名、单位和中文、英文摘要,下同)为宜。
2. 研究简报 要求在前人研究的基础上有重大改进或阶段性研究成果,一般不超过 5000 字。
3. 评述与进展 要求评述国内外本专业的发展前沿和进展动态,一般不超过 10000 字。
4. 新仪器装置 要求介绍新型光谱仪器的研制、开发、使用性能和应用,一般不超过 5000 字。
5. 来稿摘登 要求测试手段及方法有改进并有应用交流价值,一般以 3000~4000 字为宜。

### 稿件要求

1. 投稿者请经本刊编委(或历届编委)一人或本专业知名专家推荐,并附单位保密审查意见及作者署名顺序,主要作者介绍。文章有重大经济效益或有创新者,请说明,同时注明受国家级基金或国家自然科学基金资助情况。
2. 来稿要观点明确、数据真实可靠、层次分明、言简意明、重点突出。来稿必须是网上在线投稿(含各种符号和外文字母大写、小写、正体、斜体;希腊字母、拉丁字母;上角、下角标位置应标清楚)。中文摘要以 800 字为宜,英文摘要(建议经专业英语翻译机构润色)与中文摘要要对照;另附关键词。要求来稿应达到“齐、清、定”,中文、英文文字通顺,方可接受送审。
3. 为了进一步统一和完善投稿方式、缩短论文发表周期,本刊只接收网上在线投稿,不接收以邮寄方式或 e-mail 方式的投稿,严禁“一稿多投”,对侵权、抄袭、剽窃等学术不端行为,一经发现,取消三年投稿资格。
4. 文中插图要求完整,图中坐标、线条、单位、符号、图注等应标注准确、完整。如作者特殊要求需出彩色插图者,必须在投稿时事先加以说明,并承担另加的彩印费用。图幅大小:单栏图 7.5cm(宽)×6cm(高);双栏图:14cm(宽)×6cm(高);图中数字、图题、表题全部用中文、英文对照,图中数字、中文、英文全用 6 号字。电子文档中除实物图外,曲线图要用 Matlab, Excel, Visio 或 Origin 等软件制作,稿件中图片的原图并转成相应(可编辑)的文件格式(.fig, .xls, .vsd, .opj),非“.jpg”格式的文档,随电子版修改稿一同发送到本刊的修改稿专用邮箱。
5. 文中出现的单位必须按“中华人民共和国计量标准”及有关 GB 标准规定缮写。物理量符号一律用斜体,单位符号和词头用正体字母。
6. 名词术语,请参照全国科学技术名词规定缮写。
7. 参考文献,采用顺序编码制,只列主要文献;以 15~20 条为宜。内部资料、私人通讯、未经公开发表的一律不能引用。日文、俄文等非英文文献,请用英文表述;中文文献和中文图书采用中、英文对照表述,文献缮写格式请参照本刊。
8. 请在投稿第一页左下角写明投稿联系人的电话和两个 e-mail,以便及时联系。

### 稿件处理

1. 自收到稿件之日起,一个月内作者会收到编辑部的稿件处理意见。请根据录用通知中所提出的要求认真修改,希望修改稿在 30 天内寄回编辑部,并作为作者最终定稿(当作者接到校样时,以此修改稿为准进行校对,请勿再做大的改动),若二个月内编辑部没收到修改稿,将视为自行撤稿处理。
2. 有重大创新并有基金资助者可优先发表;不录用的稿件,编辑部将尽快通知作者,底稿一律不退,请自留底稿。
3. 来稿一经发表将酌致稿酬并送样刊 2 册。
4. 遵照《中华人民共和国著作权法》,投稿作者须明确表示,该文版权(含各种媒体的版权)授权给《光谱学与光谱分析》期刊社。国内外各大文献检索系统摘录本刊刊出的论文;凡不同意被检索刊物无稿酬摘引者,请在投稿时事先声明,否则,本刊一律认为已获作者授权认可。

5. 修改稿请寄:100081 北京市海淀区学院南路 76 号(南院西北门),《光谱学与光谱分析》期刊社(收)

电话:010-62182998 或 62181070 传真:010-62181070

e-mail: chngpxygpfx@vip.sina.com; 修改稿专用邮箱: gp2008@vip.sina.com 网址: http://www.gpxygpfx.com