

文章编号:1001-4179(2015)18-0056-03

OBS-3A 在悬移质含沙量测验中的应用研究

王 珏, 徐 骏

(长江水利委员会 长江口水文水资源勘测局, 上海 200136)

摘要:传统悬移质含沙量主要采用烘干法测量,其操作繁琐、费时费力且无法实时连续施测,近年来越来越多地被光学仪器法(OBS-3A)替代。介绍了 OBS-3A 的测量原理、仪器结构,通过 OBS-3A 与传统方法测验悬沙浓度(SSC)比测试验,分析了传统方法测沙与 OBS-3A 测沙结果之间的关系。结果表明,只要样本覆盖一定范围且样本数达到一定数量,浊度和 SSC 之间能得到较好的相关关系。推荐采用 $0.6H$ 的水样率定工作曲线。OBS-3A 的测量结果受泥沙粒径的影响较大,颗粒粒径越小, OBS-3A 就越敏感,所测得结果也更为准确。

关键词:OBS-3A; 含沙量测验; 烘干法; SSC

中图法分类号:P332.5

文献标志码:A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.18.014

1 研究背景

目前,悬移质含沙量测量主要分为传统方法和现代方法。传统方法需要经过现场取样,水样运输至实验室过滤、烘干、称重等一系列环节,再计算出悬沙浓度。传统方法是目前最为准确的方法,但操作繁琐、效率低,不能实时连续监测,且需要耗费大量的人力和时间。近年来,光学仪器已广泛应用于悬沙浓度的观测研究中,光学后向散射浊度计(Optical Back Scattering 简称 OBS-3A)可自记测验点的浊度、水深、水温、盐度等特征值,数据的采集、处理均可在现场完成,自动化程度高,且操作简单,能够快速、实时、连续测量,适用于水体含沙量波动较大的潮汐河口及沿海悬浮泥沙的监测^[1-6]。

2 OBS-3A 测量原理与仪器结构

2.1 测量原理

OBS-3A 浊度计是一种光学测量仪器(见图 1),它通过接收红外辐射光的散射量(浊度值)监测悬浮物质,然后通过现场获取的同步悬沙水样,建立水体浊度与悬沙浓度的相关关系,通过浊度与泥沙浓度的转化,得到悬沙浓度^[7]。

本文讨论的散射浊度计主要是监测散射角为 $140^{\circ} \sim 160^{\circ}$ 的红外光散射信号,此散射角区间散射信号稳定。

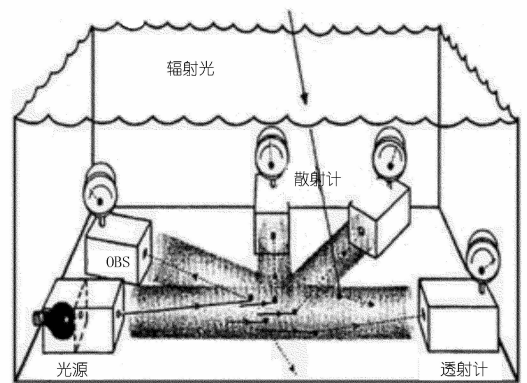


图 1 光学散射示意

2.2 仪器结构

OBS-3A 浊度计为美国 D&A 公司的产品,由传感器、电子单元、接口部分和电源部分组成。其外形和结构见图 2 和图 3。

3 OBS-3A 比测试验方法

为了解烘干法测沙和 OBS-3A 测沙结果之间的

收稿日期:2015-04-25

作者简介:王 珏,女,工程师,主要从事水文、水资源调查工作。E-mail:wangjue7777@126.com

关系,长江口水文水资源勘测局分别在徐六泾、长江口北槽、洋山港区进行了 OBS-3A 测沙和烘干法测沙的比测工作,并进行了对比分析。

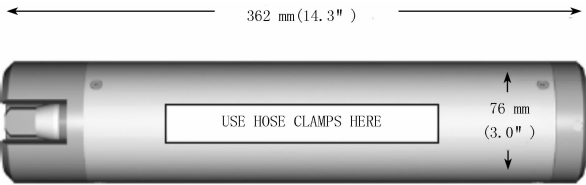


图 2 OBS-3A 外形

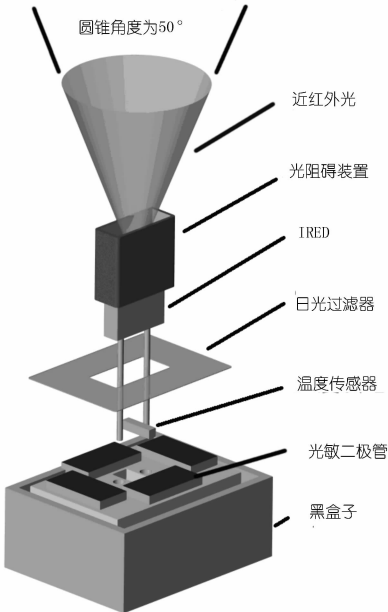


图 3 OBS-3A 结构

3.1 OBS-3A 的率定方法

比测试验采用现场采集水样的方法对 OBS-3A 进行率定。基本过程是:将 OBS-3A 与采样器绑定在仪器上,获得 OBS-3A 现场施测水体的浊度值,同时采集相同位置的水样,采用烘干法进行含沙量分析。利用 OBS-3A 测的浊度值(记为 NTU ,下同)和室内分析的含沙量值(记为 SSC ,下同),建立两者之间的关系曲线,通过关系曲线,计算出与浊度值相对应的含沙量(记为 SSC_f ,下同)。

3.2 OBS-3A 浊度仪与采样器的安装

将 OBS-3A 安装在固定垂线的悬移质采样器上,安装悬移质采样器和流速流向仪的铰关布置在船的左舷。安装示意位置和现场监测见图 4。

3.3 水体浊度值和同步水样采集方法

为获得采样点位的水体浊度信息,在采样器下方小于 0.5 m 处绑定 OBS-3A 浊度仪。采样层次为水面,0.2 H ,0.4 H ,0.6 H ,0.8 H 和水底处。使用 1 000 mL 的横式采样器,采集与浊度值对应的水样,采样所

用铅鱼重量为 50 kg。



图 4 安装示意位置和现场监测

4 比测数据分析

数据分析中,设烘干法水样分析所得的悬沙浓度 SSC 为真值;散点图中一次方程式 $y = ax + b$,其中, x 为 OBS 浊度(NTU)值,将 x 带入公式,得到 y (即 SSC_f)。将 SSC_f 与 SSC 作比较,计算相对偏差。

4.1 徐六泾

徐六泾断面 2_PT 处 OBS 共采集与含沙量水样实时对应的浊度(NTU)数据 518 个,其中无效数据 2 个(浊度值明显异常),2 个特异值均出现在底层,疑是由于在取水样时,铅鱼撞击河底造成扬沙, OBS 测得的浊度值明显大于正常值。 NTU 的范围为 33.7 ~ 171.8, SSC 的范围为 30 ~ 349 mg/L(见图 5)相对偏差在 $\pm 30\%$ 范围的样本占总样本的 90.52%,相对偏差呈正态分布(见图 6)。

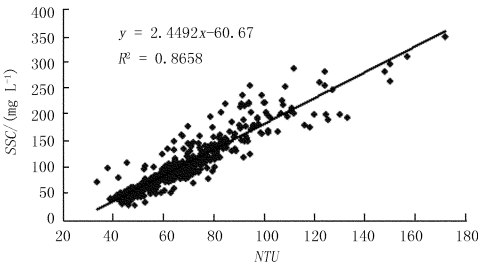


图 5 2_PT 大、中、小潮数据散点

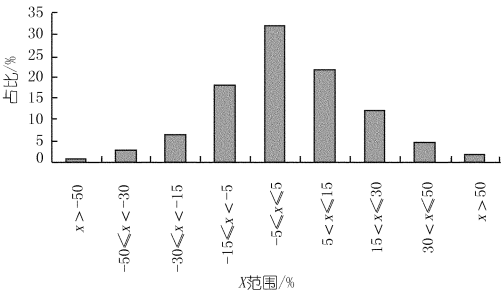


图 6 2_PT 大、中、小潮 SSC_f 和 SSC 相对偏差柱状分布

4.2 长江口北槽中

长江口北槽中 CB0 垂线共采集与含沙量水样实时对应的浊度 (NTU) 数据 168 个。NTU 的范围为 149.0~947.1, SSC 的范围为 200~2 100 mg/L (见图 7), 相对偏差在 ±30% 范围的样本占总样本的 94.64% (见图 8), 相对偏差呈正态分布。

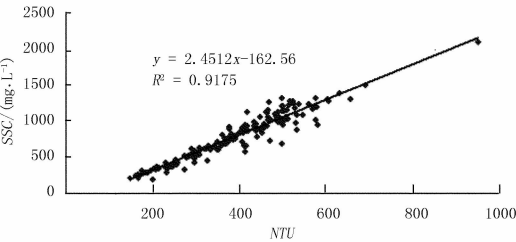


图 7 CB0 大潮数据散点

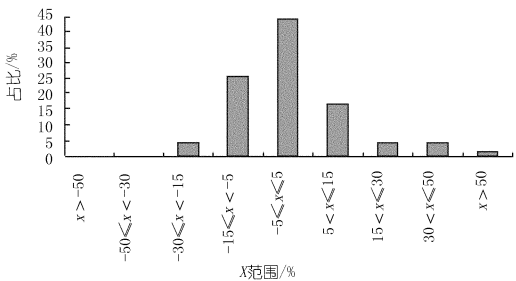


图 8 CB0 大潮 SSC_f 和 SSC 相对偏差柱状分布

4.3 洋山港区

K1 垂线 OBS 共采集与含沙量水样实时对应的浊度 (NTU) 数据 490 个。NTU 的范围为 31.9~2240.6, SSC 的范围为 87~4 210 mg/L (见图 9), 相对偏差在 ±30% 范围的样本占总样本的 95.31% (见图 10), 相对偏差呈正态分布。

5 结论

(1) 本次比测工作选择的徐六泾、长江口北槽中和洋山水域, 基本代表了长江口地区低、中、高含沙量特性。从分析结果看, 只要样本覆盖一定的范围并达到一定的数量, NTU 和 SSC 之间均能得到较好的相关关系, SSC_f 与 SSC 的误差基本呈正态分布。除少数情形外, 绝大部分组合 90% 以上样本的 SSC_f 与 SSC 的误差在 ±30% 以内。

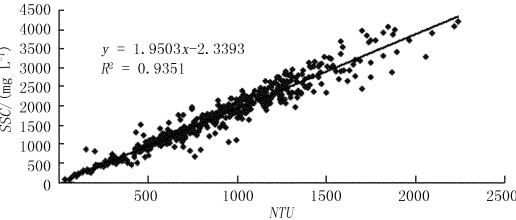


图 9 K1 大、中、小潮数据散点

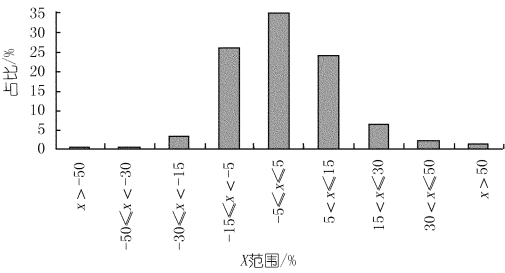


图 10 K1 大、中、小潮 SSC_f 和 SSC 相对偏差柱状分布

(2) 理论上讲, 只要有较好的率定关系, 并且 NTU 和 SSC 覆盖足够的范围, 无论用哪一层的样本来率定关系曲线, 均能得到较好的结果。由于水底取样受床沙以及床沙和悬沙交界的影响, 水面的水体状况受风力和外界因素影响较大, 水底含沙量偏大, 水面含沙量偏小, 导致 NTU (或 SSC) 覆盖范围不广等原因, 不推荐单独采用 0.0 H 或 1.0 H 的水样来率定工作曲线。

(3) 从分析对比的结果看, 采用 0.2 H, 0.4 H, 0.6 H 和 0.8 H 的水样来率定工作曲线, 均能得到较好的结果。鉴于传统采样工作中 0.6 H 水样的重要性, 推荐用 0.6 H 的水样率定工作曲线。

(4) 对比洋山港区和长江口区的结果可以发现, 长江口区的 CB0 垂线的结果比洋山港区的 K1 垂线结果更为理想。由于 OBS-3A 的测量结果受泥沙粒径的影响较大, 而长江口是细泥沙颗粒的河口, 泥沙粒径较洋山的更小。而对 OBS-3A 而言, 颗粒粒径越小, OBS-3A 就越敏感, 所测得的结果相应也更为准确。

参考文献:

[1] 张文祥, 罗向欣, 杨世伦. ADP 与 OBS 观测悬沙浓度实验对比研究[J]. 泥沙研究, 2010, (5): 59-65.

[2] 刘红, 何青, 王元叶, 等. 长江口浑浊带海域 OBS 标定的实验研究[J]. 泥沙研究, 2006, (5): 52-58.

[3] 薛元忠, 何青, 王元叶. OBS 浊度计测量泥沙浓度的方法与实践研究[J]. 泥沙研究, 2004, (4): 56-60.

[4] 英晓明, 丁平兴, 胡克林, 等. 基于 ADCP 和 OBS 观测的洋山港关键断面水沙通量研究[J]. 泥沙研究, 2010, (4): 22-30.

[5] 刘杰, 纪为刚, 王元叶, 等. 长江口北槽表层悬沙粒径变化及其对 OBS 标定的影响[J]. 水利水运工程学报, 2010, (3): 84-88.

[6] 薛元忠, 许卫东. 光学后向散射浊度仪简介及应用研究[J]. 海洋工程, 2001, 19(2): 79-84.

[7] Bunt J A C, Larcombe P, Jago C F. Quantifying the response of optical backscatter devices and transmissometers to variations in suspended particulate matter[J]. Continental Shelf Research, 1999, (19): 1199-1220.

(编辑: 李 慧)

- 态的影响[J]. 岩石力学与工程学报, 2013, 32(12): 2560 - 2565.
- [4] 卞夏, 洪振舜, 蔡正银, 等. 重塑黏土临界状态线随初始含水率的变化规律[J]. 岩土工程学报, 2013, 35(1): 164 - 169.
- [5] 刘恩龙, 覃燕林, 陈生水, 等. 堆石料的临界状态探讨[J]. 水利学报, 2012, 43(5): 505 - 511, 519.
- [6] 孙海忠, 黄茂松. 考虑颗粒破碎的粗粒土临界状态弹塑性本构模型[J]. 岩土工程学报, 2010, 32(8): 1284 - 1290.
- [7] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. DL/T 5355 - 2006 水利水电工程土工试验规程[S]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [8] 徐志华. 粗粒土状态相关的颗粒破碎本构模型研究[D]. 宜昌: 三峡大学, 2014.

(编辑: 郑毅)

Deviatoric stress calculation of triaxial test based on crack of outside - wrapped plastic cloth

XU Zhihua^{1,2,3,4}, SUN Dawei⁴, ZHANG Guodong^{1,2,3,4}

(1. Collaborative Innovation Center for Geo - Hazards and Eco - Environment in Three Gorges Area, Yichang 443002, China; 2. National Field Observation and Research Station of Landsides in Three Gorges of Yangtze River, Yichang 443002, China; 3. Hubei Engineering Research Center of Geological Hazards Prevention, Yichang 443002, China; 4. College of Civil Engineering & Architecture, China Three Gorges University, Yichang 443002, China)

Abstract: In CD test of conventional triaxial test, we have obtained the and - curves according to the specification, however, the critical state points of the two curves are not consistent with each other, which does not conform to the classical definition of critical state. The damage plane of test samples were studied through the cracks distribution of the plastic cloth wrapped the sample during the test process, and the relationship between the damage point, an intersection point of damage plane and the sample central axis, and the confining pressure are analyzed. The calculation formula of section area A_b is derived, a new method for deviatoric stress calculation is put forward. The curves of and - are calculated by the new method, and the critical state points of the new curves tend to be uniform, which conforms to the soil macroscopic mechanics phenomenon at critical state.

Key words: triaxial test; drained consolidation; critical state; deviatoric stress

(上接第 58 页)

Study on application of OBS - 3A in suspended sediment concentration measurement

WANG Jue, XU Jun

(Yangtze River Estuary Investigation Bureau of Hydrology and Water Resources, Changjiang Water Resources Commission, Shanghai 200136, China)

Abstract: The conventional drying measurement method for suspended sediment is complex and time consuming, and the real - time measuring is impossible, so it is replaced by OBS - 3A increasingly. The principle and structure of the OBS - 3A are introduced. Through the comparative test of suspended sediment concentration (SSC) measured by conventional method and OBS - 3A, we analyze the relationship between the results of conventional method and OBS - 3A. It shows that the satisfying relationship between NTU (turbidity) and SSC can be obtained in the case that the sample covers certain scope and reaches a certain number. The water sample at the depth of 0.6H is recommended to calibrate the curves. The measurement result of OBS - 3A is strongly affected by the sediment grain size, namely the smaller the size is, the more sensitive the OBS - 3A is and the results will be more accurate.

Key words: OBS - 3A; measurement of SSC; drying measurement method; SSC