Journal of Water Resources Research 水资源研究, 2018, 7(6)
Published Online December 2018 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/jwrr

Application of OBS501 Turbidity Meter to Monitor Sediment Concentration

Xiao Gui, Shuqiang Wei, Ting Hu

Jiangxi Jingdezhen Hydrology Bureau, Jingdezhen Jiangxi
Email: 273833101@qq.com, 898748158@qq.com

Received: Nov. 6th, 2018; accepted: Nov. 19th, 2018; published: Nov. 26th, 2018

Abstract

At present, the sediment concentration in river course is analyzed by sedimentation, filtration, weighing and so on after the ship sampling in the vertical line of the river course. This method is complicated, time-consuming, inefficient and cannot continuously observe the sediment change process in real-time. In recent years, optical instruments have been widely used in the observation and research of suspended sediment concentration. OBS (Optical Back Scattering) 501 can record the turbidity, water temperature and other characteristic values of the test points by itself. Data acquisition and processing can be completed in the field, with high degree of automation, simple operation, rapid, real-time and continuous measurement. At present, it should be used in many fields. It is used to monitor suspended sediment in tidal estuaries and coastal areas where sediment concentration fluctuates greatly, but it is seldom used for online monitoring of sediment concentration in river sections. In order to realize continuous observation of sediment variation process, OBS501 turbidimeter is used to compare the calculated sediment concentration with the measured sediment concentration to verify whether it meets the requirements of experimental accuracy in order to promote application.

Keywords

Turbidimeter, Sediment Concentration, Monitoring Analysis

OBS501浊度仪在监测含沙量中的应用

桂　笑，魏树强，胡　婷

江西省景德镇市水文局，江西　景德镇
Email: 273833101@qq.com, 898748158@qq.com

收稿日期：2018年11月6日；录用日期：2018年11月19日；发布日期：2018年11月26日

作者简介：桂笑，男，1981 年出生，大学本科，主任科员，从事水文监测、水文资料计算、分析工作。

摘　要

河道悬移质泥沙测定，目前采用船只在河道规定垂线现场取样后，通过沉淀、过滤、称重等分析河道含沙量，该方法操作繁杂，耗时长，效率低，不能实时连续观测泥沙变化过程。近年来，光学仪器已广泛应用于悬沙浓度的观测研究中，OBS (Optical Back Scattering) 501可自记测验点的浊度、水温等特征值，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，目前多应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，而对于河道断面含沙量在线监测应用较少，为了实现连续观测泥沙变化过程，本文将OBS501浊度仪推算含沙量与实测含沙量进行比测分析，检验是否满足测验精度要求，以便推广应用。

关键词

浊度仪，含沙量，测验分析

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 概况

渡峰坑水文站于 1941 年设立，是饶河支流昌江的国家重点控制站，实测多年平均含沙量 0.090 kg/m^3，实测最大单沙 4.21 kg/m^3，该站为二类精度泥沙站，采用水文缆道施测流量和含沙量。悬移质输沙率采用固定七线垂线混合法，横式 1000 ml 采样器取样，单位含沙量测验的垂线取样方法与输沙率方法一致，采样位置为起点距 175 m 处，用烘干法处理水样。断面平均含沙量采用历年单断沙综合关系线推求。

OBS501 在线测沙是一种光学测量仪器(见图 1)，它通过接收红外辐射光散射量观测悬浮颗粒，通过建立水体浊度与实测悬沙浓度之间的相关关系，进行浊度转化，从而得到 OBS501 观测的悬沙浓度，主要技术参数见表 1。

Table 1. OBS501 technical parameters
表 1. OBS501 技术参数表

技术指标	参数	技术指标	参数
双探头	90˚侧散射和后向散射	供电要求	9.6~18 Vdc
测沙范围	0~10 kg/m^3	测量时间	<10 s
人工与自净防污	快门刷 灭菌剂 铜套壳	最大工作深度	100 m
测沙精度	读数的 2%	直径	4.8 cm
温度范围	0℃~40℃	长度	27 cm
温度精度	±0.3℃	重量	0.59 kg
发射波长	850 nm	最大电缆长度	> 500 m
休眠模式耗电量	<200 μA	测量时耗电量	<40 mA
通讯时耗电量	<40 mA	最大峰值电流	200 mA/ms

OBS501 采用固定式安装，位于渡峰坑水文站流速仪测流断面下游 280 m 左岸，见图 2，仪器面向下游，免受漂浮物影响。支架整体为 304 不锈钢材质，可长期在水下使用。

Figure 1. OBS 501equipment features
图 1. OBS 501 设备外型

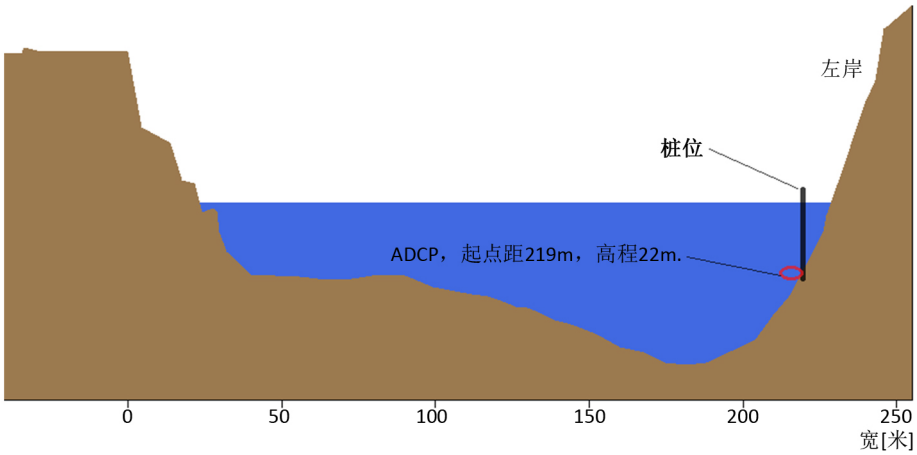

Figure 2. Schematic diagram of stationary installation
图 2. 固定式安装示意图

2. 比测试验方法

为了解烘干法测沙与 OBS501 测沙结果的关系，在渡峰坑水文站进行了 OBS501 测沙和烘干法测沙的比测工作，并做了对比分析。OBS501 在线监测频率为 30 min，选取靠近单沙取样时间的仪器测量值，尽可能的保持 OBS501 浊度仪与单沙取样同步进行。

自 2017 年 4 月起至 2017 年 12 月，实测含沙量为 0.004~0.970 kg/m^3。覆盖了全年的实测最大含沙量。在含沙量为 2 kg/m^3 以下的水体中，光源所发出的红外光，碰到悬移质泥沙后，以 90˚散射回来的机率较大，即在含沙量低的条件下，侧散射探头所测的数据更为准确。故在收集数据中只采用侧散射采集的数据与实测数据对比分析。

3. 率定分析

泥沙在线监测系统率定时间段为：2017 年 3 月~2018 年 6 月。在此期间，水位变幅为：22.99~32.72 m，实测最大流量：6500 m^3/s，含沙量变幅为：0.951 kg/m^3。

3.1. 率定原理

光束通过浑浊的液体时，光线经过一段距离后光强度会有一定程度的减弱。减弱的主要原因是光线被浑浊液体内的介质吸收或反射散射偏离原来方向。测量散射回来的光强度，可以计算出液体的浊度。

天然水体中泥沙含量是影响水浊度的最重要因素，在很多场合，泥沙含量是决定浊度的唯一因素。系统采用后散射探头和侧散射探头来测量浊度，从而测得悬移质含沙量[1]。

3.2. 同步时间选择

在单沙取样时，泥沙在线监测系统同步进行监测，选择同步时间的在线数据遵循以下原则：

1) 单沙取样时间是整点或半点时，选取与单沙取样时间一致的仪器测量值；

2) 单沙取样时间不是整点或半点时，选取最靠近单沙取样时间的仪器测量值；

3.3. 散射数据选择

本系统采用的传感器有后散射探头和侧散射探头，后散射探头接收光强度的角度为125˚~170˚，侧散射探头接收光强度的角度为90˚。含沙量为2 kg/m^{3}以上的水体中，光源所发出的红外光，碰到悬移质泥沙后，以大于90˚散射回来的机率较大，即高沙的条件下，后散射探头所测的数据更为准确。含沙量为2 kg/m^{3}以下的水体中，光源所发出的红外光，碰到悬移质泥沙后，以90˚散射回来的机率较大，即含沙量低的条件下，侧散射探头所测的数据更为准确。

3.4. 散射数据处理

由于测沙仪安装位置靠岸边较近，所以受水生植物、漂浮物、人为因素等影响，有时会造成测沙仪浊度值异常，有突变数据，对异常数据应进行处理，处理方法主要是参照水位过程线及雨量资料，将异常数据删除。

3.5. 关系率定

采用收集到的223份数据，使用Excel规划求解功能建立相关关系线为：$C_{单沙} = 0.0000002684NTU_{仪器}^2 + 0.00116458\ NTU_{仪器}$，相关关系见图3。

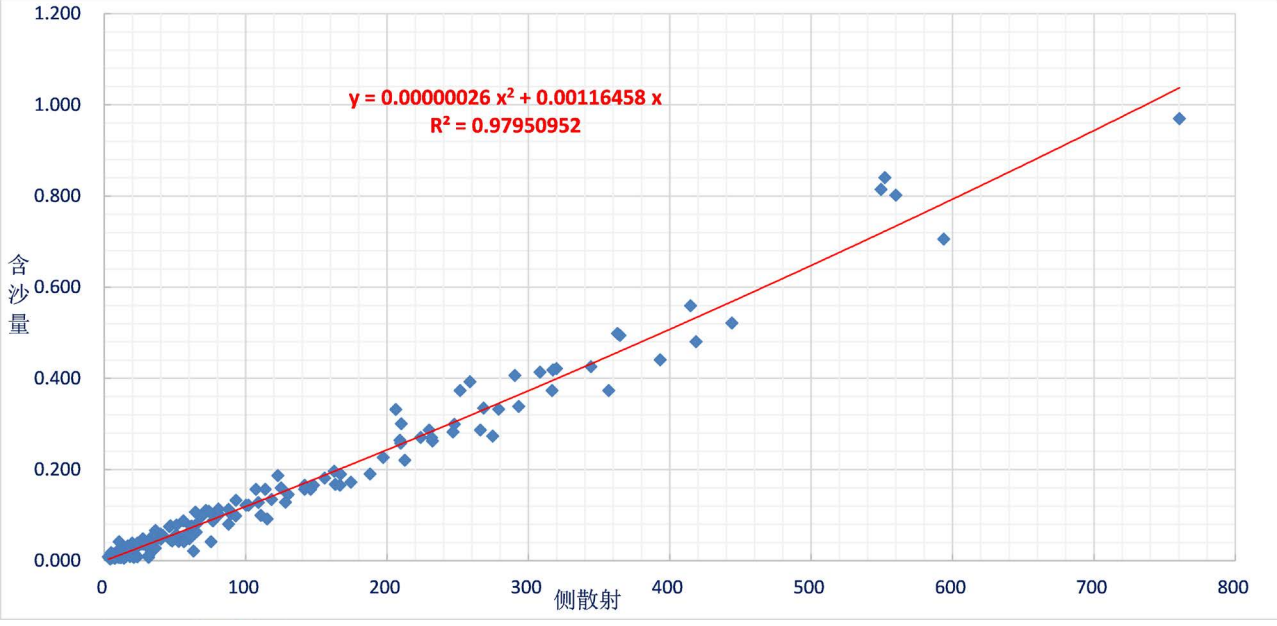

Figure 3. Correlation diagram of sand content and side scattering
图3. 含沙量与侧散射相关图

3.6. 验证分析

对$C_{单沙}$~$NTU_{仪器}$关系线进行三线检验分析，定线精度指标参照《水文资料整编规范》[2] (SL247-2012)表3.3.4规定，检验分析结果见表2：

Table 2. Test results of OBS Turbidimeter and sediment concentration relationship
表 2. OBS 浊度仪与含沙量关系检验成果表

项目	计算值	允许值	是否合理
符号检验	3.88	1.15	不合理
适线检验	2.35	1.64	不合理
偏离数值检验	6.22	1.28	不合理
系统误差(%)	20.5	±3	不合理
随机不确定度(%)	53.4	±20	不合理

3.7. 场次洪水过程对照

如图 4、图 5 所示，选用“0624”、“0702”两次洪水过程，对渡峰坑水文站起点距 175 m 的含沙量与浊度值单点比测分析，单点含沙量与浊度值随时间的变化过程基本一致，当含沙量增大时浊度值增大，当含沙量减小时浊度值减少，当含沙量达到峰值时浊度值也达到峰值，且含沙量与浊度值变化幅度基本一致。

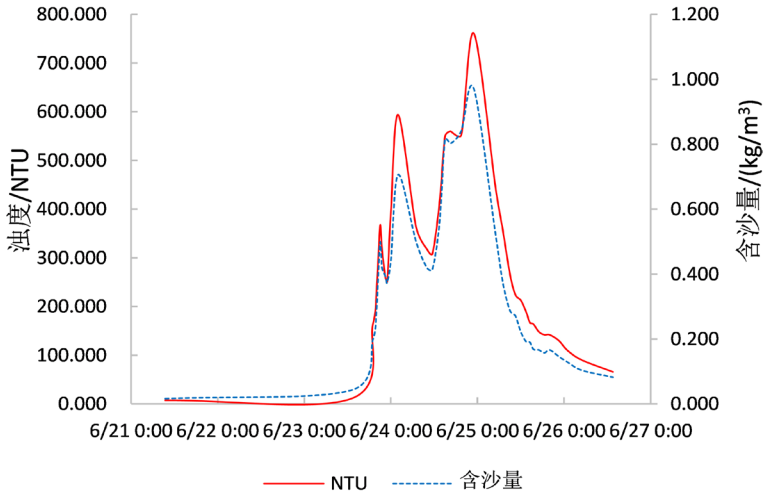

Figure 4. Change process of sediment concentration and turbidity (flood process on June 24)
图 4. 含沙量与浊度变化过程(6 月 24 日的洪水过程)

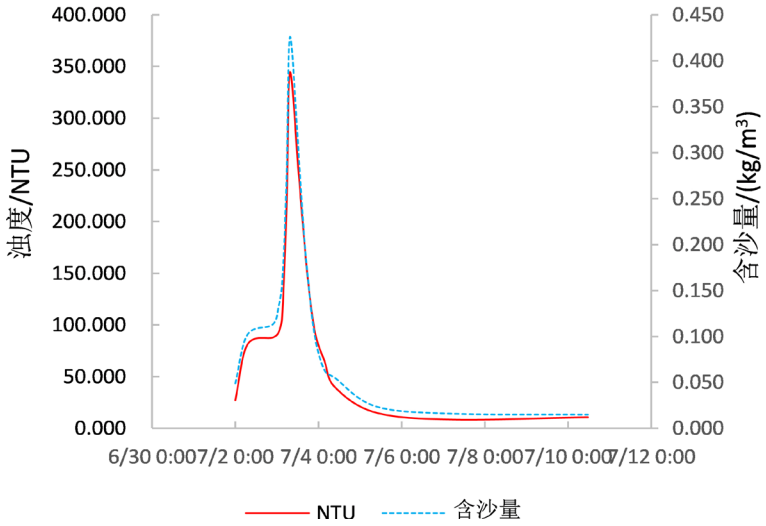

Figure 5. Change process of sediment concentration and turbidity (Flood process on July 3)
图 5. 含沙量与浊度变化过程(7 月 3 日洪水过程)

4. 结论

1) 泥沙在线监测系统是解放生产力的监测系统，它简化了泥沙的测验步骤，实现了自动化在线监测，具有安装简便，日常运行成本低，快捷，实时等优点，对外界抗干扰能力强，有良好的适应性。

2) 在进行水文资料整编时，减少了资料二次录入带来的错误，提高资料整编质量和工作效率，可在智能平台上输出符合水文规范的含沙量表，输沙率表。

3) 从浊度过程线看，能较好反映含沙量变化过程，对于人工取样有参考作用。

4) 渡峰坑水文站浊度值与含沙量有较好的相关关系，但误差较大，测验精度无法满足资料整编要求，主要原因是影响因素太多，安装位置不理想，靠岸边太近，周边环境对浊度值影响较大，针对此情况，我局技术人员及时对安装环境进行了重新评估和勘察，鉴于昌江水流特性，渡峰坑河段涨落率大，洪水时漂浮物太多，无法找到合适的位置安装，也无法采用浮标式。

参考文献

[1] 薛元忠, 何青, 王元叶. CTD-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.
XUE Yuanzhong, HE Qing and WANG Yuanye. Study on the method and practice of measuring sediment concentration by CTD-OBS turbidimeter. Sediment Research, 2004(4): 56-60. (in Chinese)

[2] 水文资料整编规范(SL 247-2012) [Z].
Hydrological data reduction code (SL 247-2012). (in Chinese)