

YM-1 型与 ZD-1000 型光电测沙仪实用性比较

徐咏岗 徐 还

(河海大学水文水资源及环境学院 南京 210098)

摘要 通过对 YM-1 型光电测沙仪的测试与 ZD-1000 型测沙仪的比较,表明光强及含盐度对仪器测试结果影响很小,但泥沙粒径变化的影响是存在的。在含沙量较小(小于 $4\text{kg}/\text{m}^3$)的情况下, YM-1 型光电测沙仪受粒径影响不大,具有实用价值。

关键词 光电测沙仪 含沙量 粒径

对光电测沙仪的实用性问题已讨论很久。由于仪器型号不同,其实用性差别颇大,且含沙量测定的准确性对各项水利工程建设运用均有极其重要的影响,而仪器的优劣是水文测验自动化的关键。本文对 YM-1 型与 ZD-1000 型光电测沙仪实用性作一比较。

1 YM-1 型光电测沙仪结构原理及测试概况

由于台式的光电测沙仪有采样、运输等工序,故不予考虑,本文只讨论水下直接测量的仪器, ZD-1000 型光电测沙仪(以下简称 ZD 仪)在文献[1]中已有较多的介绍,这里主要对 YM-1 型光电测沙仪(以下简称 YM 仪)进行讨论。

YM 仪与其它光电测沙仪一样,主要是测定含沙水体的透光度,对于泥沙颗粒级配变化不大的含沙水体,含沙量越大透光度越小。

YM 仪由整机和探头两部分组成。整机包括硬件和软件。硬件主要包括以下四部分:①供微机、探头等用的多路稳压电源;②单片微机系统;③信号输入及 A/D 转换系统;④小型打印机。软件功能有数据自动采集和处理;手动测量和 15 分钟 1 次的自动连续测量、显示和打印含沙量等有关的瞬时测量数据。

探头和整机之间用多芯屏蔽电缆联结。

整套仪器结构紧凑,体积小($28\text{cm} \times 26\text{cm} \times 12\text{cm}$),重量轻,便于携带和运输,适合于野外现场测量。仪器结构框图见图 1。

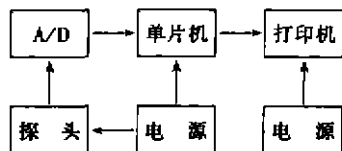


图 1 YM-1 型水下实时光电测沙仪原理框图

为了对探头等部件的设计不断进行改进,在室内试验含沙量多达数千次。室内试验时探头下方加装磁力搅拌器以保证含沙量在整个测试水体中均匀。

探头定型后,室内试验使用的泥沙取自长江口铜沙地区及南京港某地,用烘干法配制试验液。

测试范围为 $0.031 \sim 2.0\text{kg}/\text{m}^3$,并做了粒径、外界光强变化、含盐度、温度、颜色及加长电缆 6 个单项影响因素的试验。分别在水下隧道、长江口及南通港野外进行实测,同时采取水样,然后用烘干法或置换法对测定的含沙量进行对比分析。

2 测试原理及成果

光束通过含沙水体被吸收、散射后,剩余部分将被透射过去。透射部分的光通量符合消光散射定律

$$F = F_0 e^{-KQ(\bar{d})^S L}$$

式中 F 为光束通过含沙水体的光通量; F_0 为光束通过清水的光通量; k 为系数; $Q(\bar{d})$ 为消光系数取平均值; $\bar{d}$ 为平均粒径; L 为光透过水体的距离; S 为单位体积水体中所含的泥沙,也称为含沙量。把 k 与 $Q(\bar{d})$ 都称为系数 K , K 与光波的波长、泥沙颗粒的折光系数及粒径有关。

当含沙量不太大时,所有的参变量都可以包含在 K 这个系数中,从图 2 中可以看出含沙量小于 $2\text{kg}/\text{m}^3$ 时,光电测沙仪的读数与其呈线性关系。使用 YM 仪测量含沙量时多在河口、港湾这些低含沙量地区,其粒径、沙色的变化都不大,可先取 3~5 个沙样确定 K 值,将 K 值键入仪器,则含沙量直接显示或打印出来。若现场不便确定 K 值,可暂时键入 1,待录取全部数据,确定 K 值后再改正。测试样品达 187 个(测试资料略)。

第一作者简介:徐咏岗,男,工程师,从事水文水资源开发利用研究。

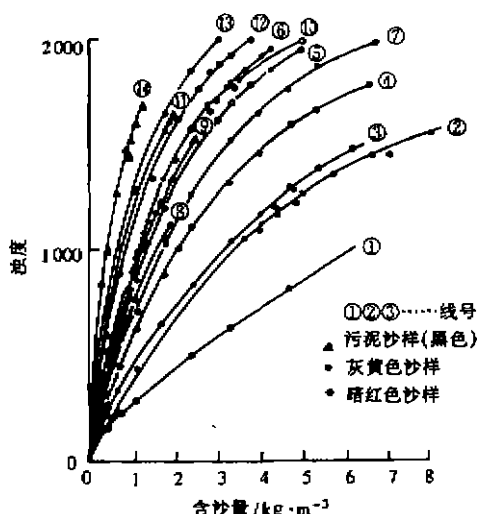


图2 ZD-1000型光电测沙仪浊度与含沙量关系

测试结果表明,取自同一地区的同一种河床质沙样烘干称重后加不同量的蒸馏水配制的含沙水样,即水样中所含泥沙的沙色、粒径级配都是一样的,这种沙样使用同样 K 值,测算出来的含沙量在 4 kg/m^3 的情况下相对误差不超过 10%。而在南通港测取的含沙水样是在潮流过程中采集的,每个沙样中的泥沙颗粒级配都随着流速的变化及沙源的不同(涨潮流是下游来沙,落潮流是上游来沙)变化着,若采用统一的 K 值,算出来的含沙量相对误差较大,南通港边线测算的 90 个沙样中有 21 个相对误差超过 20%,占 23.3%。按照涨、落潮及流速大小分级确定 K 值,测算出来的含沙量相对误差大于 20% 的仅占 10%,我们认为这样的误差已符合规范要求。

3 干扰因素的单项试验

用变化的光强、含盐度、温度进行了 62 次试验,可以看出对 YM 仪的测试结果没有什么影响,测得的误差在允许的平行试验范围内。不同深度测出的含沙量从水面向河底递增,这是合理的。用 YM 仪在含沙量变化较大的河流垂线上测得用平均 K 值算出的含沙量,基本上也是从水面向河底递增的,但与置换法求得的含沙量对比,误差却很大。测试数据还表明,当含沙量变化不大,粒径变化也不大时, D_{50} 在 $0.036 \sim 0.046 \text{ mm}$ 范围内变化,均在同一个数量级,YM 仪用统一 K 值测算出来的含沙量相对误差不超过 10%。但当含沙量变化很大(有的相差近 8 倍),其泥沙的颗粒级配及沙色均有较大变化时,有的沙样是灰黄色粘土,有的是黑色中、细沙,这样 K 值就有了很大的变化,不能说粒径级配对 YM 仪的测量影响在允许范围内。

以上成果验证了消光散射定律,也证明了我们所分析的结论,即在低含沙量情况下用消光系数 K 值综合所有参变量的影响是正确的。

4 两种仪器的比较

YM 仪与 ZD 仪相比,它的优点是:①探头外形像手雷,现场测试时不破坏流线,不影响流速测验;②止水措施比较好,现场测验未发现任何仪器进水情况;③直接用一个 K 值计算比较简便;④室内测试确定 K 值时,探头下方可以安装磁力搅拌器,不用手工搅拌;⑤在测试低含沙量时误差较小。

由试验结果可以看到,采自港湾河口的含沙量小于 0.4 kg/m^3 的有 127 个,其中相对误差小于等于 20% 有的 116 个,占 91.3%;含沙量小于 0.1 kg/m^3 的 58 个,其中相对误差小于等于 20% 的有 61 个,占 87.9%,误差小于等于 10% 的 35 个,占 60.3%。在长江口测量船上测得的结果与室内测量结果进行对比分析,含沙量均在 $0.03 \sim 0.05 \text{ kg/m}^3$,共测 184 个样,其中误差小于等于 20% 的 164 个,占 89.1%,误差小于等于 10% 的 101 个,占 54.9%。

而 ZD 仪所测资料中含沙量小于 0.4 kg/m^3 的仅 13 个,误差小于等于 20% 的 9 个,占 69.2%。由于 ZD 仪的读数误差为 $\pm 20\%$,故当含沙量小于 0.1 kg/m^3 时误差均在 $\pm 10\%$ 以上。

从以上分析可以看出,YM 仪在低含沙量(小于 4 kg/m^3)时,相对误差小于等于 20% 的占 90%,优于 ZD 仪的 69.2%,这是完全符合水文规范要求的。

YM 仪的缺点是电源要求 220 V,在小测船上只有 12 V,24 V 电源的情况下要使用逆变器,有些不便。

泥沙粒径变化对 K 值的影响应作定量的试验。

5 结论

YM-1 型水下光电测沙仪适用于含沙量变化不大、粒径变化不大的河口、港湾,尤其是低含沙量、高含盐度的滨海河汉中。

在施测河道粒径变化不大的地方,可使用数个沙样对比测试求出的 K 值平均数乘以显示读数,得到含沙量。在水流挟沙能力变化大、沙的粒径变化大的地方,应分组求出 K 值来测算含沙量。

参考文献

- 1 张宗德,徐还.关于光电测沙仪实用性问题的探讨.水科学进展,1995(6):69~73
- 2 物理教研组测沙仪器组.光电泥沙分析仪.华东水利学院学报,1978,6(2):142~158
- 3 徐明才,姜英山.光电测沙仪的研制——侵入式探头.水利水运科学研究,1986(2):65~74

(收稿日期:1996-11-08 编辑:张志琴)