

现场抽滤法在悬浮物浊度分析中的应用探讨

林振镇, 贾良文, 杨日魁, 陈蕴真

(中山大学海洋科学学院, 广东 广州 510275)

摘要:以悬浮物浊度标定为研究对象,通过对不同分析方法得到的浓度结果与浊度仪之间相关性的分析,探索悬浮物浓度测量的较佳方案。根据实测数据的对比分析,发现现场抽滤法相较于自然焚烧法、室内抽滤法和沉淀烘干法,具有省时间、低费用、高效率 and 可靠性高的特点。主要原因为室内各类分析方法相较于现场抽滤会出现较多不确定的影响因素,包括运输存储过程中容器瓶壁的吸附作用、水样微生物的滋长以及方法本身的系统误差,如焚烧法操作过程,有机物在高温环境下挥发,致使分析处理的研究对象与观测仪器所测不同,导致产生比较大的误差。现场抽滤法不但适合在水流比较平稳的内河使用,而且在流态复杂,泥沙浓度变化较大的河口地区的泥沙浓度测量中也具有的较强实用性。

关键词:水样采集;悬浮物;悬浮泥沙;现场抽滤;悬沙含量;浊度标定

中图分类号:P71

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2017)02-0048-06

1 引言

近年来,随着声学 and 光学测量仪器如 OBS、ADCP 和 PCADP 等的普遍使用,国内外学者对悬浮物浓度(TSSC),尤其是悬浮泥沙浓度(简称悬沙浓度,SSC)观测的方法进行了诸多的尝试,如 Mostafa 等^[1]在冷锋经过 Atchafalaya - Vermilion 海湾引起的高浓度悬浮泥沙环境下,使用 PCADP 和 OBS 进行观测,并做测量精度对比。J.J Nauw 等^[2]基于 ADCP 长时间的观测序列,推断了 2003~2005 年间 Marsdiep inlet 的水通量和悬浮颗粒物输运情况。A.J.F Hoitink 等^[3]在 Banten 海湾使用 ADCP 和 OBS 经过 20d 测量,根据其标定后的悬沙数据集,推断该海湾每日侵蚀与淤积的情况。同时,随着卫星数据的普及,目前也有部分学者应用遥感技术对部分海区进行悬沙浓度研究,如 Raúl Espinoza Villar^[4]利用 MODIS 数据,反演亚马逊流域中 Ucayali 河流的表层悬沙浓度,用以代替实地观测缺失的部分数据。朱樊等^[5]基于 MODIS 数据对珠江河口表层悬沙浓度进行反演,得到珠江河口悬沙整体呈现西高东低、北高南低的分布特征。然而浊度仪和卫星遥测技术均不能直接获得悬浮物浓度,需要采集现场水样进行浓度分析,以及

与仪器所测量的浊度值进行相关性标定。虽然所采用的方法不同,但均需进行浓度标定,标定可靠性直接影响后续相关研究。因此,找到一种可靠性高(即强相关性)、操作方便的标定方法对于提高海洋、河流的悬浮物浓度(特别是悬沙)监测极为重要。

悬移质泥沙测验规范中对于河流悬移质处理方法有明确的三种:烘干法、置换法和过滤法^[6]。但对于河口及近海等流态复杂地区的水样处理方法,目前尚无明确规定。各研究机构与测量部门进行浊度标定时,通常也采用沉淀烘干法、自然过滤焚烧法。由于对实验操作的便利性和数据可靠性的追求,有学者在悬浮泥沙研究上引进生物化学方面常用的抽滤法,如魏晓等^[7]曾对室内抽滤法和沉淀干燥法在浅海中获取的悬沙浓度数据进行比对分析,得出沉淀干燥法难以洗净盐分导致其数值略高于抽滤法的结论。然而,至今业界尚未发现有验证性的结论。

目前,业内采样分析中,由于操作和仪器条件等的限制,尚无直接现场分析的先例,标定所用的水样均采用室内分析的方式。因此,现场抽滤法与其他浊度标定方法结果之间的相关性偏差及抽滤法的可靠性研究等目前尚未发现。通过为期 3 年多个航次的现

收稿日期:2016-05-13

基金项目:国家自然科学基金项目(41376101,41676076)

作者简介:林振镇(1994-),男,广东汕头人,本科,主要研究方向为近岸工程。E-mail:linzhzh3@mail2.sysu.edu.cn

通信作者:杨日魁(1972-),男,福建莆田人,工程师,主要研究方向为海洋环境监测与数据处理。E-mail:essyrk@mail.sysu.edu.cn

场抽滤法与室内分析方法(室内抽滤、沉淀烘干法和自然焚烧法)的比较分析,发现现场抽滤法与其他的方法相比,在标定可信度上有明显的提高,验证了现场抽滤法在悬沙浓度标定上的可行性,并根据现场工作环境研发了一款适用于野外现场观测的低功耗、交直流两用抽滤机^[8]。

2 数据与方法

“烘干测量法”一般被认为是目前最准确的悬沙含量的分析方法之一^[9],包含过滤称重法和静置沉淀烘干法。大部分的科研单位采用滤纸进行自然过滤,并通过高温焚烧滤纸的方式得到泥沙颗粒的含量,而业务部门则一般采用沉淀烘干法。《水运工程测量规范》对于悬移质样品分析中含沙量测定的水容量要求均为不少于 500ml^[10]。现场抽滤因船体摇晃,操作上无法准确测量体积而且长时间抽滤存在困难,故采用固定体积 150ml 的容器,而为提高室内分析部分精度,抽滤、自然过滤焚烧的水样均大于 500ml,室内沉淀烘干法的水样 2~10L。

2.1 水样分析方法

2.1.1 抽滤法

抽滤法包括现场抽滤和室内抽滤。现场抽滤法,即现场对 150ml 水样进行抽滤,结束后将滤膜放入培养皿中,带回实验室进行烘干称重。室内抽滤法则是根据相同的分析方法将采集到的 500ml 水样,带回实验室按照规定进行抽滤^[11]。

2.1.2 沉淀烘干法

该方法指对已知容积的水样,首先进行室内静置,不断抽取表层清液至沉积物层部分裸露,最后将剩余样品移入小烧杯中烘干、冷却、称重,减去烧杯净重得到悬浮物质量,并由此计算其浓度。

2.1.3 自然过滤焚烧法

该方法指对带回室内的水样品采用定性滤纸进行

自然过滤、焚烧(马弗炉 600℃高温,以去除滤纸的灰份等影响)、称重,进而得到泥沙净重,再根据水样体积计算悬沙浓度。

2.2 数据来源

2014~2016 年,在珠江口进行了多个航次水样采集,具体采样地点和样品数见表 1。现场观测时,浊度仪 OBS-3A 和竖式采水器挂载在同一水平面上,通过绞车获取垂向剖面水体样品。OBS-3A 采用在线采集模式,采样速度能达到 1Hz,数据处理则采用同层位的上下 20cm、相邻的 10 多个数据,利用三次标准差法剔除异常数据后进行平均,作为该样品的 NTU 值。现场对采集的水样进行抽滤,并装载 500ml~10L 水样回实验室做后续的对比分析。室内分析法主要为抽滤、沉淀烘干和自然过滤焚烧法,得出的悬浮物浓度数据与现场抽滤数据、OBS-3A 的浊度值之间进行分析和讨论。其中,对于海水样品处理,一般规定为不超过 24h^[12],然而近岸河口测量水域,水上行程一般 4h 以上,样品难以在规定时间内化验,需要等待航次结束,返航后才能将其送回实验室进行室内分析。

3 比较分析

基于 3 年时间对珠江口区域悬浮物浓度的实测数据,共 150 个水体样品,采用不同实验方法进行分析对比。同时,根据张文祥、何青等^[13-14]的结论,OBS 浊度计观测精度较高,该方法已为行业内普遍接受,因此,本文将各种实测方法得到的数据结果与浊度仪的 NTU 值进行线性相关与回归分析,用以验证、判断数据的可信度。其中,对于沉淀烘干法则通过增大样品体积,以保证数据的可靠性。

3.1 现场抽滤与室内抽滤比较

图 1 为现场抽滤与室内抽滤结果的对比情况。其中 1~7 号样品,室内抽滤得到的悬浮物浓度值 TSSC 比现场抽滤大,而 8~20 号样品的测量结果则相反。整

表1 具体采样地点和样品数
Table1 The sampling locations and number of the samples

航次	采样时间	地点	测点(M)经纬度	层位	水样数
A1~A2	2014 年 7 月 5~18 日	崖门	M1:E 113°05'06.4" N 22°03'49.9"	表、底	74
			M2:E 113°04'58.6" N 21°58'36.5"		
B1~B2	2015 年 6 月 28 日~7 月 6 日	横门	M1:E 113°37'08.8" N 22°28'48.2"	表、底	44
			M2:E 113°39'48.4" N 22°29'39.8"		
C	2015 年 7 月 28~31 日	磨刀门	M; E 113°27'54.5" N 22°04'51.1"	表、中、底	10
D	2016 年 1 月 9~14 日	磨刀门	M; E 113°31'16.5" N 21°58'00.0"	表、中、底	20

体结果表明现场抽滤数据与 OBS 浊度 NTU 值的相关性最高,结果对比情况见表 2,且无论是室内还是现场抽滤,前 10 个样品的相关性均偏小,其中室内抽滤的 R^2 值低至 0.04。

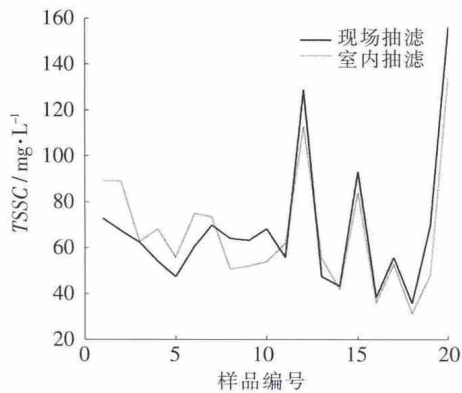


图1 现场与室内抽滤结果对比

Fig.1 Comparison of the filtration results between site and laboratory

表2 现场与室内抽滤结果比较

Table2 Comparison of the filtration results between site and laboratory				
航次	水样 编号	两种方法间 相关系数	现场抽滤与 NTU 值 相关系数	室内抽滤与 NTU 值 相关系数
B1	1~10	0.18	0.40	0.04
B2	11~20	0.96	0.98	0.93

根据对采样桶瓶壁的观察,发现 20 个样品的瓶壁均吸附有淤泥物质,虽经过软刷多次清洗,仍有残留。同时,前 7 个样品滤膜均呈现浅绿色。据此猜测:一方面,瓶壁对于泥沙的吸附会使所测得浓度比实际偏小;而另一方面,水样一般是待观测任务结束才装车运回实验室,前后会有 4~10d 的等待时间,期间水样中的微生物和藻类滋长可能会导致抽滤结果增大。较为明显,本次分析中,即使在瓶壁吸附负向影响作用下,但前 7 个样品的藻类生长旺盛,使得其浓度仍然偏大,相关性急剧降低。

3.2 室内抽滤与沉淀烘干法比较

在 B2 航次的采样中,采集 10 个各 10L 的对比样品,带回室内进行沉淀分析,结果见图 2(其中 3 个样品在操作过程中失败)。由图 2 可知,在同等条件下,沉淀烘干法的结果均低于室内抽滤结果。室内抽滤存在瓶壁的吸附作用可以通过软刷清洗得以部分解决,但即使经过 3 次的洗刷也依然会有悬浮物残留,特别是沉淀烘干法则因完全无法洗刷桶壁,导致部分桶壁对悬浮物吸附产生明显的负向影响。

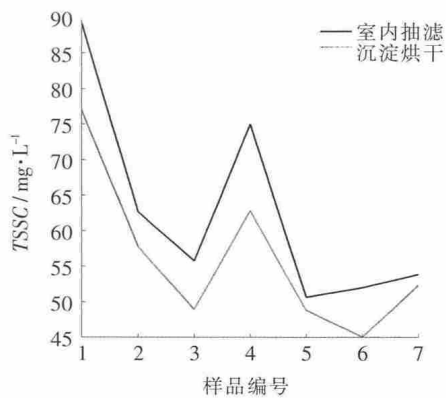


图2 室内抽滤与沉淀烘干对比图

Fig.2 Comparison of the results between laboratory filtration and precipitation drying

3.3 现场抽滤与自然抽滤焚烧法比较

在 2014 与 2015 两年间,多个航次共 90 个水样,进行自然抽滤焚烧(悬浮泥沙浓度 SSC)与现场抽滤结果的对比(见表 3、图 3)。

表3 现场抽滤与自然焚烧结果对比

Table3 Comparison of the results between on-site filtration and natural incineration				
航次	水样 编号	两种方法间 相关系数	现场抽滤与 NTU 值 相关系数	自然焚烧法与 NTU 值 相关系数
A1	1~38	0.87	0.33	0.34
A2	39~74	0.88	0.87	0.80
B1	75~88	0.52	0.82	0.45

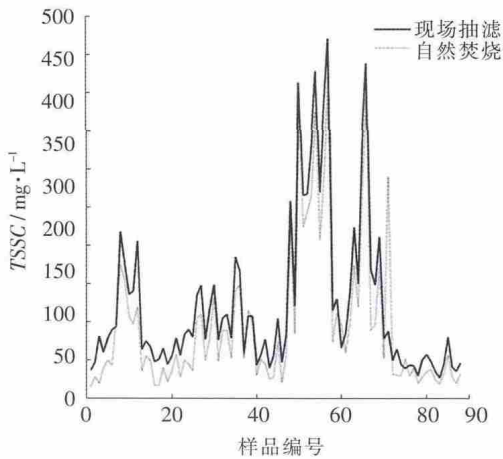


图3 现场抽滤与自然焚烧结果对比图

Fig.3 Comparison of the results between on-site filtration and natural incineration

现场抽滤的结果整体明显大于自然过滤焚烧法,且大部分差值与自然焚烧结果处于同一量级。根据与浊度仪 NTU 值的相关系数值 R^2 的对比,A1 样品两种

方法均较低,且相近。而在 A2、B1 样品中,两种方法 R^2 均大于 0.4,且现场抽滤法的 R^2 明显大于自然焚烧法,可信度高。根据焚烧法的原理,高温焚烧后只保留有悬沙部分,而根据薛元忠的研究^[14],浊度仪测量到的浊度数据实际上不仅仅为悬沙部分的贡献,也包含了其他一切悬浮物质对红外光背向散射的贡献。

4 问题的验证

4.1 验证桶壁样品残留物对结果的影响

基于瓶壁吸附作用的影响,样品按照沉淀烘干法求得悬浮物净重后,对装载样品的空桶进行多次刷洗,将洗刷剩液用抽滤法求出残留的固体物质,以对比残留物的含量所占的比例。图 4 是 C 航次 10 个样品的水样(每个样品 10L),沉淀烘干得到净重与空桶残留物的比较情况。结果表明桶壁吸附作用对测量结果存有较大的负向影响。

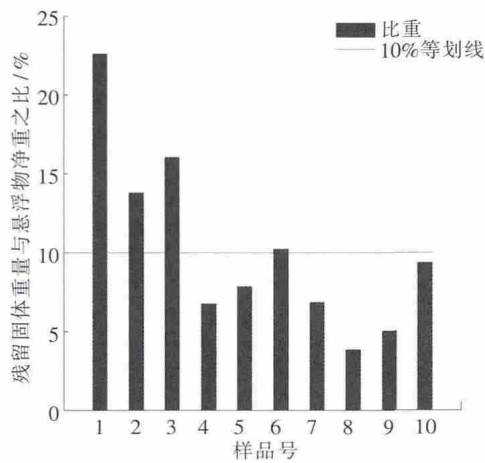


图 4 瓶壁吸附情况
Fig.4 The absorption effect of the bottle wall

在 2016 年 D 航次现场采集水样时添加固定剂,用以排除微生物滋长的影响。结果显示现场抽滤法(150ml 容积)的数值比室内抽滤法(2~3L 容积)的数值明显偏大,以此确定桶壁对悬浮物的吸附作用不容忽视(见图 5)。

4.2 微生物滋长的影响

针对微生物滋长对悬沙测定结果的影响,对 B 航次的 10 个样品(测量过程 7d,每个样品 2.5L)进行抽滤,结果如表 4 和图 6 所示。

经过 7d 的放置后,在瓶壁吸附的负向影响下,大部分室内抽滤结果仍大于现场测量值(见图 6)。根据对室内抽滤后滤膜的观察,其表面呈现淡绿色,且能挑

表 4 现场抽滤与 7 天后的室内实验结果对比
Table4 Comparison of the filtration results between site and laboratory 7 days later

航次	水样编号	两种方法间相关系数	现场抽滤与 NTU 值相关系数	静置 7d 结果与 NTU 值相关系数
B	1~10	0.65	0.98	0.56

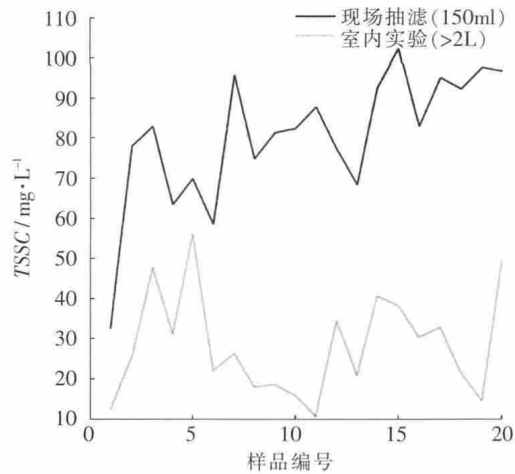


图 5 现场抽滤与使用固定剂后室内抽滤结果比较
Fig.5 Comparison of the results between site and laboratory using fixative

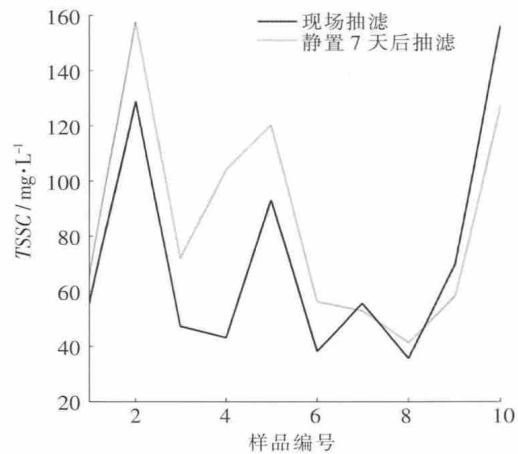


图 6 现场抽滤与室内 7d 后抽滤结果对比情况
Fig.6 Comparison of the filtration results between site and laboratory 7 days later

出部分丝状藻类。同时,其与浊度仪所测量值 NTU 的相关系数明显比现场抽滤结果低。

在相同的环境条件下,长时间的搁置,水样中的藻类、微生物的滋长会导致结果偏高,可信度降低。对于海水样品处理,一般规定为不超过 24h^[12],但样品因需要等待航次结束,返航后才能将送回实验室进行室内分析。因此,在无法进行现场分析时,使用固定药剂

对水样进行处理是必要的。

4.3 有机物对浊度仪测量值的贡献

为验证有机物对浊度仪的背向散射的影响,使用粒径小于 0.062mm 的花岗岩粉尘(无机物)和 320 目茶籽粉尘(有机物)进行对比(见图 7)。由图 7 可知,有机物颗粒对浊度仪测量值的贡献与无机物相似。因此,在使用水样品对浊度仪的 NTU 数据进行标定,进而推算出所有 NTU 测量数据对应的悬浮物含量,焚烧法是不适合的。在单纯以悬沙为研究对象的分析中应排除非悬沙部分的干扰,显然自然过滤焚烧法是可以得到真实的含沙量,但该方法所得到的结果不能与浊度仪的 NTU 值进行标定。

4.4 现场抽滤 150ml 是否足够

以上分析表明,现场抽滤能避免室内分析所存在桶壁吸附、微生物滋长干扰、盐析析出等因素的干扰,

得到较为精确的结果。同时,通过横向对比 B 航次现场 150ml 抽滤、室内 500ml 抽滤和沉淀烘干 2L 以上水样的实验分析结果(见图 8),可知现场抽滤结果与 OBS 浊度 NTU 值的相关性比其他方法高。现场抽滤虽受船体的摇摆、工作简陋等条件限制而使用 150ml,但结果可信度已然超过室内的 500ml 抽滤和 2L 的沉淀烘干法,所以现场抽滤 150ml 水样可以满足实验要求的。

5 结论

通过以上分析,现场抽滤法相比其它测量方法具有明显的优势:

其一,室内实验分析需要采集样品,并储存、搬运回实验室,瓶壁吸附对结果产生负向影响作用是明显的,而微生物的滋长又产生正向的影响,且沉淀烘干法还存在盐分的析出干扰,这些因素导致结果产生比

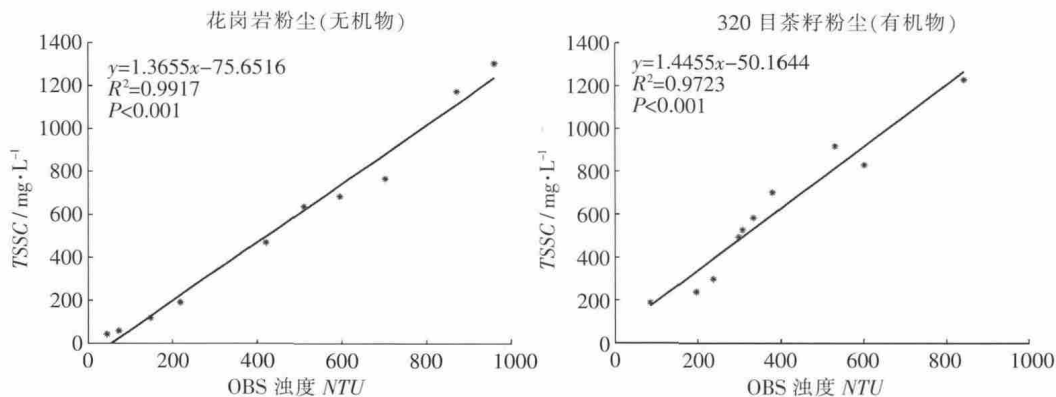


图 7 检验有机物对 NTU 值的贡献情况

Fig.7 Checking the contribution of organic matter to NTU

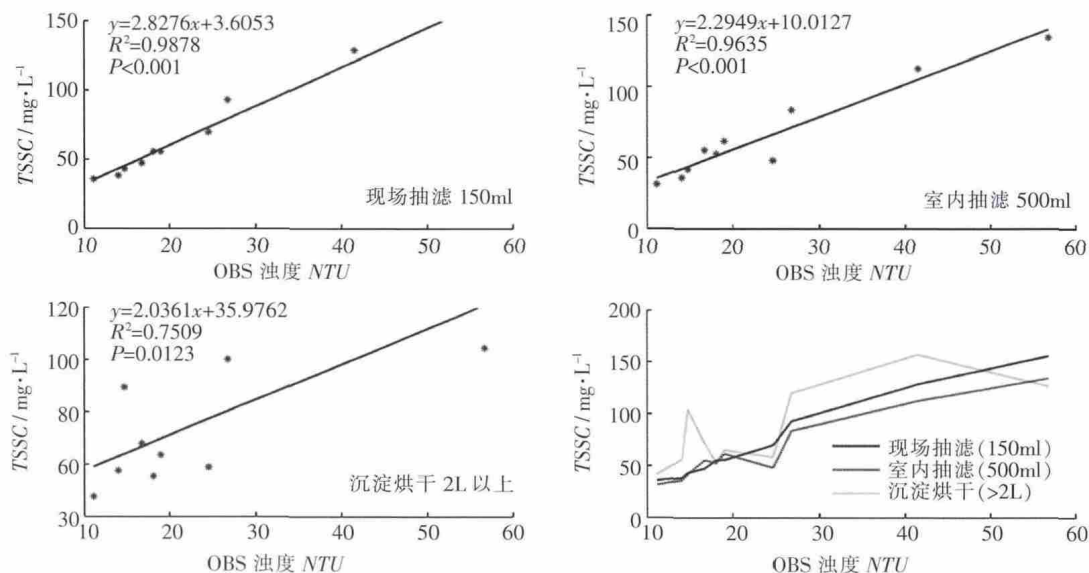


图 8 三种方法测量结果比较情况

Fig.8 Comparison among the measurement results from the 3 methods

较大的不确定性,降低数据结果的可信度,进而影响浊度的标定效果。

其二,现场浊度仪采集到的浊度值,不但包含了悬浮泥沙的贡献,也包含其他一切悬浮物的贡献。使用自然焚烧法进行浓度分析,其结果数据会缺失非无机物成分。值得注意的是,目前很多有关水沙运动的研究,均基于悬浮泥沙部分的测定^[15-17],往往忽略了其他悬浮物。但事实上,浊度仪测量的浊度数据反映的是TSSC数值。因此,使用焚烧后净悬沙量与浊度仪所测的总悬浮物NTU数据进行标定,反推水体悬沙含量的做法有待商榷。

其三,室内分析需要带回较多的样品(沉淀法需要10L以上,其他方法需要500ml以上),所需耗费的人力、物力较多,且各种因素产生不确定性影响,尤其是非内河区域的水样无法在规定的时间内分析,均会导致测量结果的可信度比现场抽滤弱。

综上,野外现场观测过程中,因船体的摇晃以及工作条件简陋等约束了现场抽滤法的应用,常规的实验室抽滤机无法满足野外现场的安全使用,而野外现场的交直流两用抽滤真空泵^[8]已为野外现场抽滤分析提供了可靠的技术支持。相比室内分析,现场抽滤法使用较少体积的水样就可以实现较高的NTU标定可信度。因此在浊度标定或悬浮物测定时,现场抽滤法是有一定推广应用价值的分析方法。

参考文献:

- [1] Mostafa Siadatmousavi S., Jose F., Qin Chen, Roberts H.H.. Comparison between optical and acoustical estimation of suspended sediment concentration: Field study from a muddy coast [J]. Ocean Engineering, 2013,72:11-24.
- [2] Nauw J.J., Merckelbach L.M., Ridderinkhof H., et al. Long-term ferry-based observations of the suspended sediment fluxes through the Marsdiep inlet using acoustic Doppler current profilers[J]. Journal of Sea Research, 2014,87:17-29.
- [3] Hoitink A.J.F., Hoekstra P. Observations of suspended sediment from ADCP and OBS measurements in a mud-dominated environment [J]. Coastal Engineering, 2005,52:103-118.
- [4] Raúl Espinoza Villar, Jean-Michel Martinez. The integration of field measurements and satellite observations to determine river solid loads in poorly monitored basins [J]. Journal of Hydrology, 2012,444-445:221-228.
- [5] 朱樊,欧素英. 基于MODIS影像的珠江口表层悬沙浓度反演及时空变化分析 [J]. 泥沙研究, 2015,(2):67-73. (ZHU Fan, OU Suying. MODIS images-based retrieval and analysis of spatial-temporal change of superficial suspended sediment concentration in the Pearl River estuary [J]. Journal of Sediment Research, 2015,(2):67-73. (in Chinese))
- [6] GB 50159-92, 河流悬移质泥沙测验规范[S]. (GB 50159-92, Code for Measurements of Suspended Sediment in Open Channels [S]. (in Chinese))
- [7] 魏晓,汪亚平. 浅海悬沙浓度观测方法的对比研究[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2013,33(1):161-170. (WEI Xiao, WANG Yaping. Suspended sediment concentrations in shallow sea: comparative study of methods [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2013,33(1): 161-170. (in Chinese))
- [8] 杨日魁,吴加学. 一种低噪音的交直流两用真空装置[P]. 中国专利: ZL201420381479.3,2014-07. (YAN Rikui, WU Jiaxue. A kind of low noise ac-dc vacuum device [P]. China: ZL201420381479.3, 2014.07.11. (in Chinese))
- [9] 付艳红,时铁彬,徐岩. 含沙量测量方法及比较分析[J]. 东北水利水电, 2010,9:35-45. (FU Yanhong, SHI Tebin, XU Yan. The measurement methods of sediment concentration and the comparative analysis of these methods [J]. Water Resources & Hydropower of Northeast China, 2010,9:35-45. (in Chinese))
- [10] JTS131-2012, 水运工程测量规范 [S]. (JTS131-2012, Code for Survey in Water Transport Engineering [S]. (in Chinese))
- [11] GB11901-89, 悬浮物(SS)的测定 重量法[S]. (GB11901-89, Quality-Determination of Suspended Substance-Gravimetric Method [S]. (in Chinese))
- [12] HJ442-2008, 近岸海域环境监测规范[S]. (HJ442-2008, Specification for Offshore Environmental Monitoring [S]. (in Chinese))
- [13] 张文祥, 杨世伦. 浊度标定与悬沙浓度误差分析 [J]. 海洋技术, 2008,27(4):5-8. (ZHANG Wenxiang, YANG Shilun. Turbidity calibration of OBS and errors analysis of suspended sediment concentration [J]. Ocean Technology, 2008,27(4):5-8. (in Chinese))
- [14] 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. (XUE Yuanzhong, HE Qing, Wang Yuanye. The method and application of OBS in the measurement of sediment concentration [J]. Journal of Sediment Research, 2004,(4):56-60. (in Chinese))
- [15] 邓伟铸,吴加学,刘欢,等. 基于ADV声学泥沙反演与扩散机制分析[J]. 海洋学报, 2014,36(7):57-69. (DENG Weizhu, WU Jiaxue, LIU Huan, et al. ADV-based acoustical sediment inversion and diffusion mechanism in the Pearl River estuary [J]. ACTA OCEANOLOGICA SINICA, 2014,36(7):57-69. (in Chinese))
- [16] 张坚樑,刘冬雪. OBS-3A浊度计在钱塘江涌潮观测中的应用研究[J]. 海洋科技学报, 2011,30(2):76-79. (ZHANG Jianliang, LIU Dongxue. Application of OBS-3A nephelometer in observation of tidal bore in Qiantang River [J]. Ocean Technology, 2011,30(2):76-79. (in Chinese))
- [17] 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, 2010,5:59-64. (ZHANG Wenxiang, LUO Xiangxin, YANG Shilun. Comparison between measurements of suspended sediment concentration using ADP and OBS [J]. Journal of Sediment Research, 2010,5:59-64. (in Chinese)) (下转第72页)

- 2013:262–279. (XUE Wei. SPSS Statistical Analysis Method and Its Application [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2013:262–279. (in Chinese))
- [14] 邵淑彩,孙韞玉,何娟娟. 应用数理统计[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2005:248–256. (TAI Shucui, SUN Wenyu, HE Juanjuan. Applied Mathematical Statistics [M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2005:248–256. (in Chinese))
- [15] 杨涛,汤英,杨东旭. 大柳树灌区宁夏分区水资源承载力综合评价[J]. 水利水电技术, 2015,46(12):1–4. (YANG Tao, TANG Ying, YANG Dongxu. Comprehensive assessment on water resources carrying capacity of Ningxia of Daliushu irrigation area [J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2015,46(12):1–4. (in Chinese))
- [16] 贾绍凤,周长青,燕华云,等. 西北地区水资源可利用量与承载能力估算[J]. 水科学进展, 2004,15(6):801–807. (JIA Shaofeng, ZHOU Changqing, YAN Huayun, et al. Estimation of usable water resources and carrying capacity in Northwest [J]. Advances in Water Science, 2004,15(6):801–807. (in Chinese))
- [17] 王文博,陈秀芝. 多指标综合评价中主成分分析和因子分析方法的比较[J]. 统计与信息论坛, 2006,21(5):19–22. (WANG Wenbo, CHEN Xiuzhi. Comparison of principal component analysis with factor analysis in comprehensive multi-indicators scoring [J]. Statistics & Information Forum, 2006,21(5):19–22. (in Chinese))

Study on Water Resources Carrying Capacity in Ningxia Based on Principal Component Analysis and Factor Analysis

ZHAO Ziyang¹, LI Wangcheng^{1,2,3}, WANG Xia¹, CUI Tingting¹, CHENG Zaiheng¹, WANG Shuai¹

(1. Department of Civil and Hydraulic Engineering, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 2. Ningxia Water-saving Irrigation and Water Resources Regulation and Control Engineering Technology Research Center, Yinchuan 750021, China; 3. Research Center of Modern Efficient Utilization of Agricultural Water Resources in Arid Area, Ministry of Education, Yinchuan 750021, China)

Abstract: In order to explore the situation of water resources carrying capacity in Ningxia, this paper analyzed the water resources carrying capacity in Ningxia during 2004–2014 by using the principal component analysis and factor analysis, then took into account comprehensively including water-support-capacity, soci-economic technology and soci-living level of five cities in Ningxia, and got water resources utilization index and classification criteria in different areas. The results show as follows: (1) The consequence of water resources carrying capacity is only fluctuated from 2005 to 2006 during 2004–2014, and the other years were consistent under the two methods, they both had steadily increased in the past 11 years. (2) For the water resources carrying capacity of five cities in Ningxia in 2013, the descending order of principal component analysis are Wuzhong, Yinchuan, Shizuishan, Guyuan and Zhongwei; the descending order of factor analysis are Zhongwei, Yinchuan, Guyuan, Shizuishan and Zhongwei. (3) The threshold value of classification of water resources carrying capacity in Ningxia was established. As the result of principal component analysis, the higher grades of water resource exploiting are Wuzhong and Yinchuan, the medium grades of water resource exploiting is Shizuishan, and the lower grades of water resource exploiting are Guyuan and Zhongwei. As the result of factor analysis, the higher grades of water resource exploiting are Wuzhong and Yinchuan, and rest of three regions all have lower grades.

Key words: principal component analysis; factor analysis; water resources carrying capacity; Ningxia

(上接第 53 页)

Application of On-site Membrane Filtration Method in Analyzing Suspended Matter Turbidity

LIN Zhenzhen, JIA Liangwen, YANG Rikui, CHEN Yunzhen

(School of Marine Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: With the calibration of suspended matter turbidity as the research object, the best method to measure the suspended sediment concentration was attempted to be found, through the analysis of the correlation between the concentration results obtained by different calibration methods and turbidity meter. According to the comparison and analysis of the measured data over the years, it is found that on-site sucking filtration method is time-saving, low-cost, highly efficient and more reliable, being compared with natural incineration, indoor filtration method and drying precipitation method, with the main reason that there are many factors affecting the experiment in laboratory, such as the adsorption of container wall, growth of microorganisms in water samples during transportation and storage, and the systematic error of natural incineration that the organic matter of water sample would be volatile, resulting in the research object of the data different from the observation instrument, and hence the reliability is reduced. On-site sucking filtration method is not only suitable for using in relatively stable inland river, but also be strongly practical of the estuary sediment concentration measurement where the flow pattern is complex and the change of sediment concentration is great.

Key words: water sample collection; suspended matter; suspended sediment; on-site sucking filtration; suspended sediment content; turbidity calibration