

影响单波束测深仪测量精度的因素及消除措施

杨 梦 云^{1 2}

(1. 荆州市长江河道管理局 公安分局勘测设计院 湖北 公安 434300; 2. 湖北瑞洪工程管理有限公司 湖北 荆门 448156)

摘要: 为提高单波束测深仪在内陆河湖水下地形测量中的精度,以荆江分洪区荆南长江干堤护岸工程及近岸水下地形测量为例,分析了影响单波束测深仪测量精度的因素。认为声系统的安装、测量前的调试、操作方法、根据回波对河底质地、地形回馈所做的操作、内业中疑难点的读取和遗漏点的处理及分析、电源电压下降和部件的更换等均影响测量的精度。针对具体问题,给出了解决的方法和处理措施,其经验可供借鉴。

关 键 词: 单波束测深仪; 测量精度; 水下地形测量; 内陆河湖

中图法分类号: P21

文献标志码: A

水文测深技术主要有单波束测深和多波束测深。与单波束测深系统相比,多波束测深系统的误差具有复杂性和隐蔽性,尤其是当靠近河岸或者江心洲,水深较浅时,存在一定的测量盲区,且多波束测深系统价格昂贵、维护成本高。目前国内水文测量系统应用的主要测深技术是单波束测深技术,多波束测深系统应用的较少。单波束测深仪主要经历了模拟、模拟与数字结合及全数字化3个阶段。我国目前使用的主要还是前面两种,SDH-13A型和SDH-13D型单波束测深仪则分别是其中的代表。

测深精度对港口及航道疏浚、抛石护岸的设计与施工和探索水库泥沙淤积规律等有着重要影响,但目前关于测深精度的研究主要集中在近海测深方面,而内陆江河湖泊的测量环境、水底地质、传播介质等与近海均不相同。鉴此,笔者根据水下地形测量内、外业工作中常遇到的实际情况,具体结合SDH-13D型测深仪在荆江分洪区荆南长江干堤护岸工程水下地形测量中的应用,就测深仪在操作及使用过程中对测量精度的影响进行初步的探讨。

1 外业操作对测量精度的影响及消除措施

1.1 声系统安装

在野外进行水深测量时,测船螺旋桨的噪声会干

扰声波的发射与接收,螺旋桨产生的气泡和漩涡会吸收换能器的辐射声能和水底的反射能量。因此,声系统应安装在没有进、出水管,远离船艏,距船头 $1/3 \sim 2/5$ 船身长舷侧。换能器放入水中深度为 $0.5 \sim 1.0$ m,当测船航速较快或在急流、泡旋水流中航行时,换能器应尽可能放入水中深一些,但考虑到在由深泓向岸线行进测量时,近岸水下的岩石或浅滩可能会对换能器造成损害,故在实际测量中,换能器入水深度一般定为 0.5 m,或比船头吃水深度略浅。在实测中,由于测船靠近岸线时,航速减慢,在近岸 10 m处一般仅靠惯性滑行,船航行时的旋涡基本消失,对测量精度影响极小。实测表明,换能器的入水深度对测量精度的影响主要表现在航行中的快速行驶或在急流、泡旋水域中的测量。这时应调节系统的“灵敏度调整”电位器,以消除或减弱船航行时气泡及漩涡对换能器的影响。

换能器的安装如与水面不垂直,其倾角将导致GPS平面定位误差和测量的水深偏大,因此,换能器在安装时一定要垂直于水面,在施测过程中还要随时检查、校正以减小误差。

在声系统的安装中还有一个常见的错误,就是在安装换能器时常想当然地将尖的一头朝向船头,这种安装方法恰好改变了导流罩的导流作用,会干扰换能器有效的发射和接收声脉冲,对测量精度产生影响,故

收稿日期: 2012-07-16

作者简介: 杨梦云,男,工程师,主要从事防洪减灾与河道整治工作。E-mail: 234152685@qq.com

应将换能器导流罩钝的一头朝向船头,尖的一头朝向船艉。

1.2 调试准备工作

测量前,在电源正负极接通无误后,要对系统进行校零调整、吃水调整、定标调试、声速校准等工作。校零调整简单易行,而吃水调整、定标调试、声速校准如不注意就会引起测量误差。

在进行吃水调整时,易出现的错误是,只注意了对“量程倍乘”开关 K 置于“X1”档位时换能器入水深度的补偿,忽略了开关 K 置于“X2”档位时对换能器入水深度的重新调整补偿,造成较大的人为测量误差。在开关 K 置于“X2”档位时,换能器入水补偿量在记录纸上的刻度也应加倍,即换能器入水深度为 0.5 m,则在记录纸上应调为 1 m。

定标调试是易忽略的一项工作。在按下“定标”开关后,记录纸上应出现一条垂直于记录纸走向的直线。如果这条线与记录纸走向不垂直,就会造成水下地形的失真和测量水深及高程的记录误差。这时应检查记录针,调节锁紧螺母,适当增加拉紧弹簧的拉力,使“定标”直线与记录纸垂直。

声速校准是测前准备中最为关键的一项调试。声波在水中的传播速度与水温、压力、含盐度等因素有关,不同的水域有不同的介质,也即有不同的声速。为提高测深精度,在测前对声速校正是十分必要的。一般的校正方法是根据过去美制 DE-719C 型测深仪的使用经验,通过微调“声速”旋钮,将零线和校准线间的深度调到 12 m 刻度处,这实际上只是将声速调到了该型号仪器的设定声速而并没有考虑不同水域、不同季节水温及其他因素的影响。美国人的设计思想是在测区的较浅水域吊放一根 2 m 长的铁杆,入水深度 3~5 m,然后测量铁杆的回声波,如记录的深度与铁杆入水深度不符,则通过微调“声速”旋钮,直至两者吻合,显然这种校准方法比前者更科学一些。在内陆江河湖泊测量时,一般只考虑水温对声速的影响,在对荆江分洪区荆南长江干堤护岸工程的近岸水下地形测量中,根据标准声速表对照早、中、晚的实测水温,查出声速进行修正,同时在水流较缓的浅水区用 2 m 测量标杆或 5 m 的金属水准尺,量取校准点的水深,与测深仪记录的水深相比较,如有出入则微调“声速”旋钮,直至两者数据吻合。

1.3 操作过程

在测量中常会遇到河底回波迹线在正常深度范围内消失的情况,这种现象与水中存在气泡、急流、暗流、及水底有较厚淤泥有关。在船舶来往频繁的水域也会

出现这种情况。这是因为螺旋桨搅动所产生的气泡会接触并吸附在换能器表面,既妨碍了换能器发射波的透射,也妨碍了回波的接收,导致回波迹线消失而无法在记录纸上显示水深。在这种情况下,应迅速微调“灵敏度调整”电位器,确保连续、无间断地出现清晰的一次回波迹线,保证测量纪录的可靠性与准确性。

换能器发射的声波是呈圆锥体发射的,其波束角是锥体的锥角,当水底地形起伏较大时,换能器将会首先接收到漫反射回波而不是波束角中心的回波,记录纸上会出现两道或多道回波迹线。这时候测量船应慢速航行,同时降低测深仪放大器的增益,使记录在换能器正下方的回声显示较强,而漫反射的回声则显示较淡,然后通过人工判断得出较为正确的水深,也可以通过波束角效应误差改正模型来削弱此项影响。

1.4 根据河底提示所做操作

1.4.1 河底质地提示

根据记录迹线颜色的深浅、线条的粗细可大致判断河底的质地情况,并根据这些特征提前微调灵敏度,以得到清晰、连续、无间断的回波迹线,满足内业工作中准确研判、读取数据的需要。

(1) 如记录纸上出现较细的深色迹线,则提示河底为岩石、砾石等硬质底面。这时可调低灵敏度。

(2) 如记录纸上出现较粗的淡色迹线,则提示河底为淤泥软泥底面。粗迹线的上缘是淤泥层表面对发射信号的反射所致,粗迹线的下缘是淤泥层下面岩石或其它硬质底石的反射所致,粗迹线的宽度(即回波迹线的粗细程度)就是淤泥层的厚度。

(3) 如果在出现粗而淡的回波迹线后,回波迹线逐渐消失或很快消失,则提示淤泥层较厚。操作中,在出现粗而淡的回波迹线时,应迅速提高灵敏度,保证回波迹线的连续、清晰。

1.4.2 水下地形提示

根据记录纸上各个断面的最深点、记录显示的过深泓后深沟起止断面的比较,以及深沟在各个断面上显示的沟距宽窄及向岸边移动情况,可提示河底冲刷坑的基本情况,当出现此提示时,应适当加密测量断面和测点,以便内业工作中更精确、详尽地绘制出冲刷坑的大小、形状、坡度、最深点等。

(1) 在船驶过深泓后,记录纸上显示出深沟的回波迹线,而前一个断面又无此信号时,提示河底出现冲刷坑,这个断面即为冲刷坑的起点。在以后相继出现的深沟回波迹线断面中可找出冲刷坑最深点。深沟回波迹线消失的前一个断面即为冲刷坑的止点,前后两个断面间的距离即为冲刷坑的长度。

(2) 在由深沟回波迹线起点至止点的各断面中, 相继出现由深沟靠岸方向且沟沿向岸边移动的情况, 可大致判断冲刷坑的走向。在各断面中找出沟距最宽者, 此即为冲刷坑最大宽度所在断面。冲刷坑宽度可由记录纸上深沟的外缘(靠深泓一侧)出现起到其内缘(靠岸一侧)出现止的时段和船的航速来估算。

1.5 测深仪电压下降

蓄电池组工作一段时间后, 电压下降, 内阻增大。当电压下降到 10.8 ~ 11.0 V 时, 不仅不利于测深仪的有效使用, 而且由于电机转速变慢, “定标”的水深滞后于实际测点的水深, 对测量精度有影响, 此时应停机充电。而小型测量船机仓工作人员为了保证测量后蓄电池组的正常工作, 常常在测深仪未停机时便充电, 极易导致测深仪内电路及原件的损坏。

记录器的电源电缆长 5 m, 当蓄电池组离测深仪较远需接长时, 常见到用普通电线连接之情况, 这就改变了记录器电源电缆的截面积, 从而导致额定工作电压、电流的变化。因此在接线时应注意用与记录器电源电缆截面积相同的电缆线与测深仪电源线焊接加长后, 再与蓄电池组相连, 并在焊接处用绝缘带包好。

1.6 更换皮带、记录纸、记录针

在测量过程中, 记录器的皮带、记录纸、记录针常需更换, 记录纸更换后一般都会重新进行校零调整、吃水调整、定标调试、声速校准等工作。但皮带和记录针更换后常常会忽视重新调试, 尤其是皮带更换后, 皮带张力的改变将导致电机转速的改变, 如不重新调试、校准吃水、定标、声速等项, 就会产生测量误差。

2 内业解释对测量精度的影响及消除措施

2.1 疑难点读取

在实测中, 有时水深数字出现异常, 记录纸上的回波迹线也不清晰, 或有拉丝现象, 或迹线上升较快与定标直线几乎重合, 其交点难以辨认、判断。根据测深仪工作原理, 应取其靠前的表面上的一点为实测点, 即按就前不就后, 就低不就高的方法来选定测点。

2.2 遗漏点处理

在测深仪操作过程中有时会出现水深数字异常, 定标直线遗漏或回波迹线间断的情况, 内业中对这些点的处理关系到测量误差的大小。对定标直线遗漏点的处理应根据纸速和船速按等距内插法来处理, 保证水下地形的真实性。对回波迹线间断点的处理可根据回波迹线的走势趋势, 参考前后断面的回波迹线形态, 采用手工平滑判读的方式处理, 以减少水深或河底高程的测量误差。

3 结 语

提高水下地形测量精度, 对于港口及航道疏浚、抛石护岸设计、水下建筑物的设计与施工, 及探索水库泥沙淤积规律等具有重要作用。因此在进行水下地形测量时, 应对测量的各个环节予以重视, 如在野外操作时, 系统安装应到位、调试准备要细致、操作过程要严谨、内业解释要准确, 只有这样才能保证测量精度。

(编辑: 赵凤超)

Influential factors to measurement accuracy of single beam depth sounder and countermeasures

YANG Mengyun^{1,2}

(1. Gong'an Branch Survey and Design Institute of Jingzhou Yangtze River Management Bureau, Gong'an 434300, China; 2. Ruihong Project Management Co., Ltd in Hubei, Jingmen 448156, China)

Abstract: In order to increase accuracy of the single beam depth sounder in the inland underwater topographic survey, the factors that influence its measurement accuracy are analyzed with the case of bank protection works of the main dyke on the Yangtze River and off-shore underwater topographic survey in Jingjiang River flood division area. The results show that the factors such as installation of sound system, the debugging prior to survey, the operational approach, the operations according to the echo to the texture and topography of the river bed, the interpretations to the difficulties and missing points in indoor work, and the decrease of voltage and the replacement of components of the instrument influence the measurement accuracy. In view of these issues, the solutions and measures are given.

Key words: single beam depth sounder; measurement accuracy; underwater topography; inland rivers and lakes