

水声换能器动态吃水与传感器技术探讨

郭发滨, 申 宏, 雷 宁

(国家海洋局 第一海洋研究所, 山东 青岛 266061)

摘要: 分析了水声换能器静态吃水和动态吃水的差异, 以及由这种差异带来的测量精度误差。对压力式验潮仪测量潮汐变化的基本原理和工作模式进行了剖析, 探讨了采用压力传感器进行测量水声换能器动态吃水的可能性, 并提出了测量水声换能器动态吃水的新概念、新方法。

关键词: 水声换能器; 静态吃水; 动态吃水; 压力式传感器

中图分类号: P204 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-3044(2005)05-0025-03

1 引 言

水声换能器是海洋测绘设备中完成电声转换必不可少的仪器配套器件, 进行水深地形测量的单波束或多波束测深仪, 必须有换能器来完成信号的发射和接收。换能器的吃水(定义为海平面到换能器的发射面的深度)是影响测量精度的重要参数之一, 船体在静态和航行时换能器吃水的数值是不同的, 有时候差异甚至是很大的, 如果以测深仪换能器的静态吃水(船在静止时海平面到换能器的发射面的深度)来代替动态吃水(船在航行时海平面到换能器的发射面的深度), 必然会带来测量精度的误差。要实现数字海洋、数字海底、实现真正意义上的海洋的数字化测量, 必须分析换能器静态吃水、动态吃水的差异和产生这种差异的原因, 以及考虑如何才能减小或尽量消除这种差异, 提高测量精度。能否采用新技术、新方法试用压力传感器去测量水声换能器的动态吃水, 是本文要探讨的内容。

2 换能器吃水现状分析

测深仪换能器的安装都是采用船体固定式安装, 即将换能器固定在船体的侧面或底面。在进行水深地形测量之前, 必须进行的工作之一就是量取海平面到换能器发射面的深度数据, 并将量出的数据输入测深仪中, 使测深仪能够进行吃水改正。应该特别指出的是, 用米尺量取或观测换能器吃水刻度数值时, 只能是船体在静态时进行, 在航行过程中是无法进行的。然而一旦将换能器的吃水输入到测深仪之中去以后, 测深仪就始终以一个“常数”来进

行吃水改正, 实际情况并非如此, 由此就产生了吃水改正误差。测量船在航行时和静态时的差异, 主要有三种典型实例。

(1) 当船体受到风浪的影响左右摇摆时, 换能器也会随船左右摇摆, 如果摇摆幅度有 10° , 换能器的上下起伏会有 0.3m 的变化, 甚至更大。若静态时换能器的吃水为 1m, 此时换能器的瞬间吃水就会在 0.7 ~ 1.3m 的范围内变化, 该处实际水深若是 5m 的平坦地形, 这时的测量结果就会成为 4.7 ~ 5.3m 的锯齿波地形, 这种测量误差在浅水测量时造成测量失真是很严重的。

(2) 当船体受到侧面风力影响时, 如航行方向与风力方向相差约 90° 时, 或船体上的物体出现不平衡, 如船只油仓或水仓消耗不平衡等, 船体会出现偏左或偏右的一个稳定的倾斜角度(如图 1 所示)。如果换能器安装在船的左舷, 而船体向右倾斜一个角度时, 换能器的吃水会比原来的数据变小, 而当船体向右倾斜一个角度时, 换能器的吃水会比静态吃水数据变大, 这种偏差的数值一般也可以有 0.3m 左右, 甚至更大, 由侧面风力影响或船体平衡引起的这种吃水偏差, 在测量船往返方向不同时, 会出现一个方向偏左, 一个方向偏右, 若在平坦的海底则会间隔出现一条凹沟和一条凸埂。

(3) 设计制造船体时, 船体的龙骨线有一个前翘的角度, 这个角度一般有 3° 左右, 当船体航行时, 这个角度还会变大, 船速越快, 前翘的角度会更大(如图 2 所示)。一般情况下, 测深仪的换能器不可能正好安装在船体的正中间位置, 只要不是安装在中间位置, 船体在航行时, 换能器的动态

吃水就可能会出现大于或小于静态吃水的数值,这种数值伴随着船速的快慢而发生变化,在实际测量工作中,我们不可能随时去调整换能器的吃水数值。

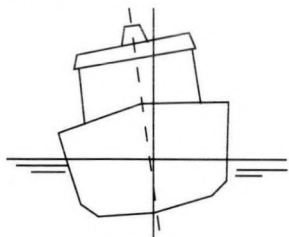


图1 船体受侧面风力影响时出现的倾斜角度示意图

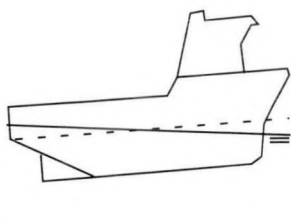


图2 船体航行时,前翘角度产生变化示意图

为了消除静态和动态吃水差异带来的测量偏差问题,近年来在新式高档测深仪中增加了涌浪滤波器进行补偿改正^[1],在一般海况下,涌浪滤波器的改正效果可以达到90%以上,它可以消除由波浪引起的船的上下起伏带来的测量偏差。但是,由于测深仪没有横摇和纵倾改正输入功能,涌浪滤波器接口只能改正由动态吃水引起的偏差的第一种典型实例,而第二和第三种由动态吃水引起的偏差典型实例情况,目前测深仪很难进行补偿改正。

用RTK进行无验潮水深测量和实时换能器吃水改正的试验虽然不少,理论上也是完全可行的,但是要真正应用到实际测量工作中去还有技术问题需要解决,例如天线的涌浪误差^[2]和由于GPS信号干扰而出现突变异常数据等,都待进一步试验和改进来提高测量精度。

3 压力式传感器感压模式分析

压力式验潮仪通过压力传感器能够测量出海水的潮汐动态变化,如果能够对压力传感器工作模式进行改进,使它能够测量出换能器的动态吃水变化数值,并将这种数值随时传送到测深仪或计算机,再由测深仪或计算机完成动态吃水的计算和改正,这样就会消除由换能器静态吃水和动态吃水的差异带来的测量误差。为此,我们对压力式验潮仪能够测量潮汐动态变化的工作原理和工作模式,以及换能器动态吃水的特殊性来进行分析和比较。

压力式验潮仪一般都是采用表压型传感器^[3],传感器的感压面被测的压力是海水的静压力和大气压力之和,在非被测面只要能够用一通气管与大气相通,传感器的被测面就只是海水的压力,通过公式换算出海水的深度。由于波浪的影响,如果取瞬时数值来作为该时的潮位,显然是不准确的,必须对

压力传感器测量的结果进行滤波处理,潮汐的涨落变化比较缓慢,而波浪的变化相对较快,滤波器电路都采用一个低通滤波器。滤波的方法是在一段时间内多次采样,然后,对采样数据进行求平均来消除波浪的影响。如果采用同样的测量方法来测量换能器的动态吃水是不行的,因为两者之间有两大本质的区别。

(1)验潮仪传感器在海底始终是处于一个静止状态,压力传感器所感应的只是海水动态的静压力,而要测量换能器的动态吃水变化时,压力传感器是始终处于一个运动状态。

(2)验潮仪所感应的只有海水的动态静压力,而要测量换能器的动态吃水变化时,还有来自两个方向的压力,一个是横向的压力(船体行进时产生),一个是纵向的压力(换能器上下起伏时产生),这两个压力都会对压力传感器的感压面产生干扰。

对于来自横向的压力干扰,可设想将压力传感器放置一垂直铁管内(这样可以消除船体在行进时引起的横向压力),但是,纵向的压力干扰是一个复杂的现象。当压力传感器的运动是向上时,压力传感器的感压面与两个因素有关,一是与海水深度的压力成正比,二是与上升的速度成正比。在某一时刻,当压力传感器的吃水从1m变化至0.8m的过程中,海水深度的压力减小了,但是由于上升速度的压力因素,综合压力可能会变大,这与事实正好相反;而当压力传感器的运动方向是向下时,传感器的感压面所承受的压力也与前两个因素有关,在下降的过程中,深度变深,感压面的综合压力可能不会增加。这个道理可以通过试验来证明,把一个直径为20cm的圆盘放在深度为3m的位置,圆盘的中心拉一绳索,当把圆盘从3m的深度提升至1m的深度过程中,深度虽然变浅,但是,往上的拉力却感觉很大,反之,当把圆盘从3m的深度沉降至5m的深度过程中,深度已经变深,但是,在沉降的过程中,绳索的拉力却不感觉在增大。无论是在提升还是在沉降的过程中,绳索的拉力都是来自圆盘上端感压面,由此看出,如果使用圆形压力传感器,采用水平放置的方式来测量换能器的动态吃水,显然是不行的。

如果能够设计制造出圆筒或圆柱型的压力传感器,使感压面在圆筒或圆柱型的表面,从原理上分析,能够解决圆盘式压力传感器水平放置在升沉过程中出现的问题。这一设想可以通过试验来说明:同样把一个内径为20cm,壁厚为0.5cm的圆筒放在深度为3m的位置,圆筒的上面拉一绳索,当把圆筒从3m的深度提升至1m的过程中和从3m的深度沉

降至5m的过程中,虽然绳索的拉力在提升和沉降时也有所不同,但在圆筒的表面所感应到的压力只能是与水面深度有关,如果在制造圆筒型压力传感器技术方面是可行的话,实现利用压力传感器来测量换能器的动态吃水是可以实现的。

4 结束语

通过分析换能器的静态和动态吃水的差异,可以看出如果用换能器的静态吃水来代替动态吃水,带来水深测量精度的误差是显而易见的。利用验潮仪压力传感器能够测量潮汐涨落的基本原理,对验

潮仪传感器的感应模式和工作方式进行改进,特别是若能够研制生产出圆筒型压力传感器,并采用科学的感压方式,测量出换能器的动态吃水应该是可行的。

参考文献:

- [1] 郭发滨. 姿态传感器在水深测量中的应用[J]. 海洋测绘, 2004, (4): 56 ~ 58.
- [2] 阮锐. 压力式验潮仪的技术探讨[J]. 海洋测绘, 2000, (2): 37 ~ 39.

Dynamic Draft of Sounding Transducer and Technical Discussion on Sensor

GUO Fa-bin, SHEN Hong, LEI Ning

(First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao, Shandong, 266061)

Abstract: It analyses the difference between static draft and dynamic draft of sounding transducer in water and the adjoint error. It presents the basic principle and the work modes of the pressure type tide gauge for tide observing. It discusses the possibility of using pressure type sensor in dynamic draft measuring of sounding transducer and puts forward a new concept and method of dynamic draft measuring of sounding transducer.

Key words: sounding transducer; static draft; dynamic draft; pressure type sensor

(上接第24页)

A Fast Algorithm for Simplifying the Generation of Terrain Model

ZHANG Yu-jie, CUI Tie-jun, YAO Hui-min

(Institute of Surveying and Mapping, Information Engineering University, Zhengzhou, Henan, 450052)

Abstract: This paper does a research on the simplifying method of quad-tree. Based on a given error, a simple way of judging whether the node is a leaf is proposed. By scanning the original data only once using recursion, the nodes to be partitioned can be found quickly. The way of crack elimination is to set the vertex of higher resolution node to the edge of conterminous lower resolution node. The experiments results indicate that the algorithm is practical and effective.

Key words: multi-resolution terrain model; quad-tree; crack elimination; recursion