

无人船水下测量精度控制措施

Control Measures for Underwater Surveying Accuracy of The Unmanned Vessel

陈慧

Hui Chen

黄河水利职业技术学院, 中国·河南 开封 475001

Yellow River Conservancy Technical Institute, Kaifeng, Henan, 475001, China

【摘要】无人船是当前水下地形测量的主要载体,其不仅解决了人类安全问题,同时也提供了更加简捷便利的测量条件。但是,在实际的测量过程中受到多方面因素的影响,使得测量精度受到很大影响。因此,本文主要研究无人船测量误差及控制措施,以扩大其在水下测量过程中的应用范围。

【Abstract】The unmanned vessel is the main carrier of current underwater topographic surveying. It not only solves the problem of human security, but also provides a simpler and more convenient surveying condition. However, the surveying accuracy is greatly affected by many factors in the actual surveying process. Therefore, this paper mainly studies the surveying errors and controlling measures of the unmanned vessel to expand the application in underwater surveying.

【关键词】无人船;水下测量;控制措施

【Keywords】unmanned vessel; underwater surveying; controlling measures

【DOI】<https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v3i1.1406>

1 无人测量船概述

无人测量船是以无人船为载体的,配合相应的声呐测深设备、罗盘仪和GNSS等功能设备的、适用于水下地形等的测绘与测量的自动化智能系统。其通过相应的操作软件和控制软件,直接指示船体在水下的运行路线,同时采集观测到的水下地形数据,结合对应点形成的水下三维坐标,进而自动形成测绘成果^[1]。

当前市面上存在的无人测量船因其设计的使用环境的不同,普遍具有以下几种测量优点:①船只重量较轻,体积较小,便于携带;②经济实用,成本较低;③能深入危险区域,减小了危险性和威胁性^[2]。如此,无人船既克服了载人船体积大、吃水深和不能近岸的特点,又改进了皮划艇吃水浅、易发生安全事故的特性,是一款符合社会经济发展趋势的、适用于水下地形测量的重要工具。由此可见,无人测量船可在浅水区、内河航道、水库、码头、海湾及近海等区域进行测量,还能用于航道清淤、安全搜救和应急测绘等领域,同时还具备手动与自动航行互换,自动避障功能^[3]。

但是,随着科学技术的不断发展,社会经济的不断提升,对于无人船在水下测量中的精度要求也逐渐提高。因此,本文将结合无人船在水下地形测量中的精度控制措施进行研究,以提升中国无人船的测量技术。

2 在水下地形测量中存在的问题

2.1 水下深度的测量误差

2.1.1 回声测量深度方面存在的误差

结合回声探测仪的工作原理,在以声波为主要对象的基础上实现水深的具体测量。但是,由于声波在水中传播,极易因为水下其他不同介质的影响,导致声波出现轻微波动,进而对传播方向和距离产生影响,加大了声波测深的误差。同时,由于声波在传送与回收的过程中,采用不同的计量设备与计算方法,加大了回声测深带来的误差。除此之外,在整个测量设备中,各种确定参数一旦设定,在测量的过程中,无法更改,进而存在系统误差,影响了水深的实际深度的测量^[4]。

2.1.2 无人船的不同姿态变化方面存在的误差

在实际的测量过程中,由于受到外界的不同方向的水力的影响,无人船会发生轻微的测定位置的变化。同时无人船作为测量过程中的实际载体,其不同姿态位置的变化,会影响GPS-RTK和回声探测仪的测量与接收,进而造成传输与接收过程中的数据产生较大误差,影响数据测量。有相关规定表明,当海域的波浪高度超过0.6m,内河波浪高度超过0.4m时,需要立即停止测量作业^[5]。

2.1.3 无人船的吃水深度方面存在的误差

在无人船的航行过程中,由于受到发动机的推动力的影

响,其周围会有水流与水压的不断变化,进而造成了无人船吃水深度的变化,在航行过程中,形成了一种动态的测深过程,引起了测量误差。

2.2 平面测量中存在的误差

2.2.1 误差分类及诱因

通过无人船的GPS系统对水下地形等进行测定,在这个过程中主要利用的是GPS卫星与卫星信号,但其在传播与接收的过程中极易产生系统误差和偶然误差^[6]。其中,系统误差又包括以下几种:①星历误差;②卫星钟差;③接收机钟差;④大气折射误差。偶然误差主要是多路径误差,其无论从大小方面还是精度方面带来的误差都比系统误差大得多。

2.2.2 卫星状况方面存在的误差

在RTK技术的测量过程中,卫星的空间分布情况以及信号的强弱变化都会对水下地形的测量产生影响。并且,中国地域特殊,每年都有一段存在卫星信号极度较弱的情况。在该时间段内,RTK很难测定水下地形的具体情况,进而增加了测量误差。

2.2.3 电离层方面存在的误差

RTK在初始化的过程中,其初始化的时间及可靠性在很大程度上保证着RTK系统的测量精度^[7]。在一般的测量工作中,RTK系统会自动模拟工作站间的对流层与电离层的差异,尽可能的自动消除对流层与电离层产生的影响,进而降低两者带来的测量误差。

2.2.4 多路径效应方面存在的误差

在GPS系统中,由于受到多路径效应的影响,对水下地形的测量也产生了较大影响^[8]。在水下作业的过程中,其水势及水压的变化及船体的动态都会影响GPS系统的测定情况,但大规模的水面环境在极大程度上克服了多路径效应的影响。

2.2.5 高程测量方面存在的误差

在GPS系统的测量过程中,由于卫星空间分布的空间均匀性与对称性以及定位精度等方面的可靠性,使得平面精度得到了很好的提升^[9]。但在高程测量方面,由于GPS-RTK系统受到平面测量的影响,仅能接收平面上某个角度之上的卫星信号,形成的卫星空间存在严重的不对称情况,进而增加了高程测量过程中的误差。

3 无人船水下测量精度的控制措施

3.1 声速测定方面的控制措施

由上文可知,在回声测深的过程中,由于受到多方面的影响使得测量误差极度增加。因此,在测量的过程中,可以根据回声测深的原理和水深误差分析进行分析,得知水温、水中含盐量、水压及水深等都会影响无人船水下测量精度。因此,在

实际测量的过程中,需要尽可能的保持水温、水压、水深及水中含盐量的稳定,减小客观原因对测量精度造成的影响。

3.2 无人船姿态方面的控制措施

在无人船的测量过程中,主要存在两部分的姿态测量:①姿态仪测量船体的纵摇角和横摇角;②电罗经或GPS测定无人船的方位角。姿态方面的控制措施就是对无人船的坐标系进行变换,通过姿态角的测量,实现坐标轴的转换,完成无人船的姿态改正。

3.3 换能器吃水方面的控制措施

3.3.1 换能器静态吃水方面的控制措施

在无人船中,其换能器一般安装在船的船舷上,在静态吃水的过程中,可以根据安装情况直接测量。如果换能器安装在无人船的底部,则需要根据船体的实际位置与相对位置进行几何换算,进而增加换能器静态吃水方面的测量精度。

3.3.2 换能器动态吃水方面的控制措施

当无人船在航行过程中进行水下地形测定的过程中,换能器处于动态吃水状态,进而就增加了测量难度,加大了测量误差。因此,在换能器吃水的动态变化测量的过程中,需要提前确定无人船在静态吃水时的作业状态,确定船体在航行过程中的吃水的具体变化^[10]。同时,由于受到无人船的船型、航速、航向、海况和水深等多方面的因素的影响,加大了测量精度方面的误差。

在无人船的航行过程中,由于船首在航行时产生的推水升高了水面,船尾受到推进器的排水作用,同样升高了水面,因此,船首与船尾形成了高压区,两侧形成了低压区,造成无人船首尾高水位、低流速,两侧低水位、高流速的情况,增加了测量误差。所以,在无人船的航行过程中需要增加测量步骤,减小测量误差。常见的有以下两种测量改正方式:①直接测量法。主要在船舷上安装一定尺度的标尺,分别测量漂浮与固定速度航行时的吃水情况,并将读数如实记录,将两者之间的差值作为无人船的下沉量。②固定值计算法。即利用换能器与GPS定位器之间的固定值进行数学运算,实现对无人船作业过程中的吃水情况进行确定,以降低无人船姿态对测量精度的影响。

3.4 RTK定位方面的控制措施

3.4.1 星历测量方面的控制措施

利用星历预报,控制测量时段,结合专业技术软件和卫星观测,实现水下地形的测定,降低测量过程中带来的误差影响。

3.4.2 多路径效应方面的控制措施

针对例如海洋方面的大面积水环境,多路径效应得到了很大程度的消除与克服,但是在实际的测量过程中,还是有其

他的影响,因此,可以采取以下几种控制措施,以减小多路径效应的影响。①增加卫星高度角(建议大于 10°);②在工作站与无人船的最高位置安装GPS接收机,同时避免与其他金属物干扰,避开有电磁波反射能力的物体;③在无人机上安装信号屏蔽装置,减小其他信号干扰;④利用数据处理软件和几何算法,减小系统误差。

3.4.3 测量数据方面的控制措施

针对测量过程中得到的相关数据,进行多次复测和核查,确保数据的真实、可靠。

3.4.4 其他方面的控制措施

坐标方面:采取布尔莎七参数等严密三维转换模型,使平面转换与高程转换可同时进行。

测量水面:采用区域大地水准面,控制测量范围,提升测量精度。

4 结语

在无人船的水下测量过程中,由于受到多方面的影响,加大了测量误差。但是,在实际的测量的过程中,尽可能的控制船速、航向等主观条件,适当选择水温、水压及水深等客观条件,结合其他控制措施,实现测量精度的提升,保证作业效率。

参考文献

- [1]赵培,王之顺,叶瑞峰,郑亚运.无人测量船在水库水下地形测量中的应用[J].经纬天地,2018(01):68-71.
- [2]胡黎霞,陈麒.无人船在水下地形测量中的应用与探讨[J].资源信息与工程,2017,32(03):135-136.
- [3]聂国富.浅议提高水下地形测量精度的解决方案[J].西部探矿工程,2018,30(05):134-138.
- [4]史红礼,王池.水下地形测量的影响因素及解决方法[J].四川水力发电,2018,37(03):85-86+147.
- [5]陈立波,罗正龙,汪嵩.无人船水下测量系统及水下测量实验分析[J].城市勘测,2016(05):151-154.
- [6]杨瀚,许佳宾,黄鹤,邱冬炜,王莹.无人船测绘系统对大宁水库的水下地形测绘[J].北京测绘,2017(S2):51-54.
- [7]郭新国.无人船在水下地形测量中的应用与探讨[J].科技创新导报,2018,15(06):42+44.
- [8]江波,樊稳州,孙瑜,谢石建.无人船系统在富春江水库及其回水区的水文应用[J].浙江水利科技,2018,46(02):34-36.
- [9]梁昭阳.无人船测量系统在水库地形测量中的应用[J].城市勘测,2018(01):132-135.
- [10]赵薛强.无人船水下地形测量系统的开发与应用[J].人民长江,2018,49(15):54-57.