

金山三岛滩涂水下地形演变浅析

王万胜

(上海市金山区海洋海塘管理所 上海 201508)

摘要:文章采用 GPS—RTK 技术进行 2016 年金山三岛滩涂水下地形测量,绘制金山三岛滩涂水下地形云图,并与 2014 年和 2015 年滩涂水下地形测量结果进行对比,得出以下结论:金山三岛连线左右 1 km 之内的地形起伏变化大,小金山岛南北侧各有一条深坑,大小金山岛之间有一条贯穿东西向的深槽,它的形成与涨落潮流不一致以及人为活动有关,大金山岛与浮山岛之间有一类似山脊样的地形,浮山岛南侧也有一深坑存在。近 3 年金山三岛滩涂水下地形变化不大,局部小范围内有淤积和冲刷。定期对三岛滩涂水下地形进行测量可以掌握其变化规律,为管理部门提供管理基础资料。

关键词:金山三岛;水下地形;测量;GPS—RTK;演变浅析

中图分类号:P258;P7 **文献标志码:**A **文章编号:**1005—9857(2017)07—0080—05

Evolution of the Underwater Topography of the Three Islands in Jinshan

WANG Wansheng

(Jinshan Ocean and Coast Management Institute, Shanghai 201508, China)

Abstract: GPS-RTK technology was used to measure the underwater topography of three islands of Jinshan district in 2016. Underwater topography cloud chart was drawn and compared with the results of underwater topographic survey in 2014 and 2015. The results showed that the terrain has big change in the line within a kilometer of three islands. There is a pit in the north and south side of Small Jinshan Island and an EW direction deep trough between the Big and Small Island, whose formation is inconsistent with the ebb and flow and human activities. The terrain between Big Island and Fushan Island is like a mountain ridge. There is also a pit located in the south of Fushan Island. In the past three years, the underwater topography of three islands of Jinshan district has changed little, and there are deposition and erosion in partial small area. Measuring the underwater topography of three islands of Jinshan district regularly can help master the law of change, and provide basic information for management.

Key words: Three islands of Jinshan district, Underwater topography, Measure, GPS-RTK, Evolution analysis

1 引言

金山区三岛[包括大金山($121^{\circ}25'13''\text{E}$ 、 $30^{\circ}41'29''\text{N}$)、小金山($121^{\circ}24'07''\text{E}$ 、 $30^{\circ}42'23''\text{N}$)和浮山岛($121^{\circ}25'19''\text{E}$ 、 $30^{\circ}40'59''\text{N}$)]位于杭州湾,滩势复杂,由岸滩、岛屿和深槽 3 部分组成。杭州湾是我国著名的强潮海湾,岸滩构成物质主要为细颗粒淤泥质粉砂土^[1]。受长江来沙、南汇东滩冲淤变化、杭州湾北岸潮流特性、风浪以及近年来人类的工程措施等因素的影响^[2],滩地泥沙运动活跃。开展水下地形测量,可以获取杭州湾滩地地物、地貌资料,从而来分析研究近滩的冲淤变化潜在的规律和机理,可为今后待建工程可行性研究分析、金山深槽控制性因素分析以及金山三岛岛体工程设施保护提供资料和依据,同时通过对比历年来滩涂水下地形测量结果,可为海岸带规划管理部门进行近远期规划提供第一手技术基础资料和咨询服务水平^[3]。

2 测量方案

2.1 测量范围

金山区三岛(包括大金山、小金山和浮山岛)保护区 0.5 n mile 范围内的滩涂水下地形进行测量,测量区域面积为 15.4 km²。具体位置、范围见图 1。



图 1 测量范围

2.2 测量方法

由于测区水深较深,地形条件差,此次测量采用精度最高的 GPS 测量定位系统,RTK 测量技术以及配套的全自动数据处理软件。

2.2.1 GPS—RTK 技术

GPS—RTK 技术,即实时动态定位技术。该技术利用载波相位差进行实时定位,它能实时提供观测点的三维坐标,并达到厘米级的高精度^[4]。基本原理:在基站和流动站(测量船)上各安装一台 GPS 用户接收机,同步同时段观测相同数量的 GPS 卫星,基站上 GPS 接收机在接收卫星信号的同时将观测数据通过无线电传输设备,实时地发送给流动站,流动站上的 GPS 接收机在接收卫星信号的同时通过无线电接收设备接收由基站传输的数据,然后根据相对定位原理,实时地解算并显示流动站的三维坐标及精度,其定位精度可达到 1~2 cm^[5](图 2)。

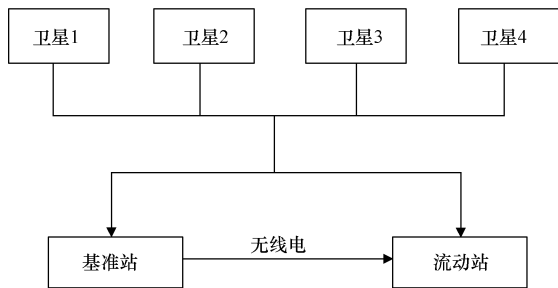


图 2 GPS—RTK 原理

2.2.2 测量方案

水下地形测绘主要由两部分组成:外业地形测量和内业数据处理成图。

外业地形的测量主要包括 3 个方面的内容:平面定位、深度位置测定和水位的观测。第一部分平面定位是在测量区域内根据需要加密布设一定数量的图根控制点,控制点的数量和密度均需满足精度测量要求。第二部分采用 TRimble SPS351 型信标机 GPS 定位仪在差分模式进行测点定位,按照 2 s 的时间间隔采集定位数据,主测线垂直于岸线,主测线间距为 100 m,测点间距为 50 m。参考站选取沿海 DGPS 信标台站或其他广域差分基准站。测船苏兴渔 13029 # 沿设计好的断面测深线航行,采用海鹰 HY—166 数字测深仪、同济大学测量系提供的导航测深软件 ASH_BC 3.0 测量软件测量深度。第三部分采用无锡海鹰加科生产的 HY—1600 回声测深仪测得实时水深,水中声速采用 miniSVP 声速剖面仪直接测定。

内业数据处理包括两方面的内容:吃水改正、潮位改正和成图。外业测得静态吃水改正后,利用软件在该阶段进行动态吃水改正。整理水深数据时要作 100% 的人工校核,对一些特征点(深点或浅点)进行加密。采用金山嘴水文站验潮数据加以潮位改正,可得出水底高程,即断面的即时水位减去测点水深。成图时采用南方 CASS9.1 中小比例成图系统展开配合草图成图,经人工按 2006 年版图式和《设计书》要求进行整饰,形成 AUTOCAD2004 版本下的 DWG 文件。成图比例为 1:5000。整个测量成图过程如图 3 所示。

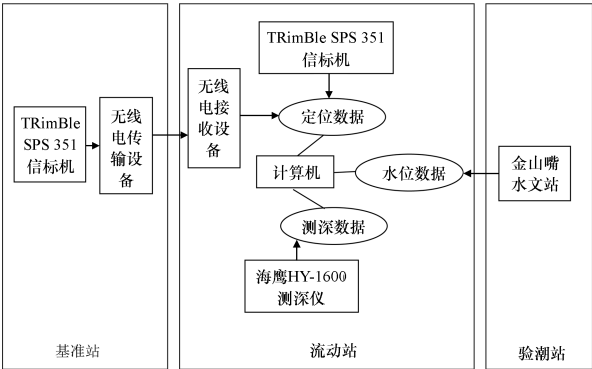


图 3 测量方案

2.2.3 参数转换

由于 GPS 接收机没有配置后处理软件,无法将 WGS84 坐标变换为实用的 1954 年的北京坐标系坐标^[6],从而无法绘制地形图,所以本次测量采用该测区 2014 年已测定的四参数,在 7 个控制点 JS1、JS3、JS9、JS12、JS13、JS15 和 JS18 测定 WGS84 坐标,利用软件转换成 54 北京坐标,转换中误差为 0.177 6 m。转换参数如图 4 所示。

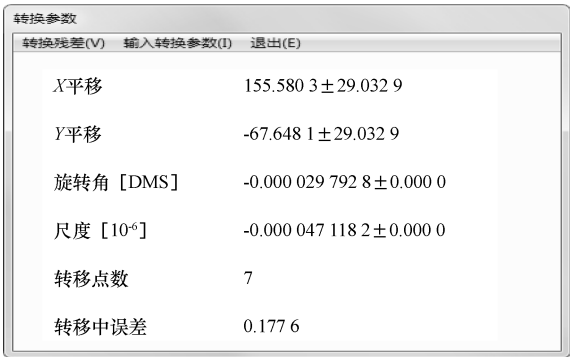


图 4 测定转换参数成果

2.3 精度要求

测量需满足平面高程精度、回声仪测深精度以及水深测深精度的要求。此次测量中 GPS-RTK 测量平面高程精前将信标机在已知控制点上进行检验和对比,每个测区都在测区上部、中部和下部至少比测 3 个控制点,比对结果满足《全球定位系统实时动态测量(RTK)技术规范》^[7]中规定的精度要求,高程误差不超过 3~5 cm。回声仪测深精度满足《船用通信导航设备的安装、使用、维护、修理技术要求》^[8]中第 3 部分回声测深仪中规定的精度要求,水深精度采用等精度检测,主测点与检测点图上 1 mm 范围为重合点进行判断。本次测量水深精度采用等精度检测,主测点与检测点图上 1 mm 范围为重合点进行判断。检测线共 9.7 km,主测线 160 km,占 6.1%。共对比 129 个点,超限点 0 个,水深精度综合得分 82.7 分(表 1)。

表 1 水深精度对比

水深范围/ m	比对总 点数	超限点数	超限比 例/%	测量中 误差/cm	得分
0~10	16	0	0.0	8.1	83.7
10~30	103	0	0.0	14.5	80.7
30~50	10	0	0.0	20.5	83.6

3 结果分析

金山三岛滩涂水下地形测量控制点点号、坐标见表 2。

将外业测量结果通过南方 CASS9.1 中小比例成图系统展开配合草图成图,得到 2016 年金山三岛滩涂水下地形云图。

地势总体上看,三岛附近水下地形情况复杂,三岛连线两侧各 1 km 左右范围内地形起伏较大。小金山岛南北两侧有两条深坑,南侧深坑更长,最大水深-58 m。大金山岛距离小金山岛约 2 km,两岛之间有一条东西向的深槽,平均水深-25 m 以上,大金山岛导流坝对深槽南侧形状有影响。大金山岛与浮山岛相距约 1 km,两岛之间见一山脊样的地形,山脊西侧地形水深更深,形成这一突兀地形应与两岛相对间类似导流坝的地形有关。浮山岛

南侧有一个东西方向长的深坑,水深在-20~-42 m,此处深坑的形成以及小金山岛北侧深坑的形成应与岛体对应的形状有一定的关系。

表 2 金山三岛滩涂水下地形测量控制点及坐标

点号	X 坐标	Y 坐标	标高
13JS-01	349 208.617	3 406 505.261	8.952
13JS-02	349 480.097	3 406 644.149	8.722
13JS-03	351 864.685	3 407 693.035	3.699
13JS-04	352 325.460	3 407 858.429	8.702
13JS-05	347 153.430	3 405 185.483	9.236
13JS-06	347 019.683	3 405 087.634	8.979
13JS-07	347 338.731	3 406 889.698	7.993
13JS-08	347 444.357	3 406 991.238	8.300
13JS-09	343 824.227	3 402 532.975	8.459
13JS-10	343 716.982	3 402 401.803	7.696
13JS-11	342 487.578	3 401 427.025	8.261
13JS-12	341 926.455	3 401 017.358	8.465
13JS-13	341 867.249	3 400 958.795	8.968
13JS-14	340 824.957	3 399 656.936	9.28
13JS-15	340 149.372	3 399 746.246	8.888
13JS-16	338 385.157	3 398 756.225	9.418
13JS-17	337 554.373	3 398 998.022	9.924
13JS-18	334 685.116	3 398 550.132	9.595
13JS-19	333 955.451	3 398 180.676	9.012
13JS-20	331 808.315	3 398 200.493	4.512

注:除 13JS-02 和 13JS-04 两个点的标志质为铜芯外,其余均为埋石。

4 近 3 年岸摊演变趋势分析

4.1 2015—2016 年三岛滩涂水下地形对比分析

根据 2015 年及 2016 年水下地形测量数据绘制金山三岛滩涂水下地形对比变化云图可以看出,三岛滩涂水下地形局部地区有淤积和冲刷,主要表现在:小金山岛两侧深坑局部淤积约 3 m,同时也伴有局部冲刷 3 m 左右;大金山岛东侧局部淤积约 0.5 m;大小金山岛之间的深槽冲淤状态较稳定;浮山岛与大金山岛之间的山脊地形变化不大,略微有点抬高。浮山岛南侧深槽总体成淤积状态,淤积在 0.8 m 左右。2015—2016 年,金山三岛滩涂水下地形淤积的面积比冲刷的面积大,平均淤积约 0.6 m。

4.2 2014—2016 年三岛滩涂水下地形对比分析

根据 2014 年及 2016 年水下地形测量数据绘制金山三岛滩涂水下地形对比变化云图可以看出,三岛滩涂水下地形局部地区有淤积和冲刷,主要表现在:小金山岛两侧深坑局部淤积约 1 m,同时也伴有局部冲刷 5 m 左右;大金山岛与小金山岛之间的深槽边缘有冲刷;大金山岛附近地形变化不大,岛东侧淤积约 0.5 m;浮山岛与大金山岛之间的山脊地形变化不大,略微有点抬高。浮山岛南侧深槽总体成淤积状态,淤积在 0.8 m 左右。同时,受浮山岛自身南侧岛体形状影响,浮山岛南侧深坑东北侧向岛体近岸冲刷,且有向东北角推进的趋势。2014—2016 年,金山三岛滩涂水下地形整体呈冲刷状态,平均冲刷约 0.2 m。

4.3 变化原因分析

通过分析 2014—2016 年以及 2015—2016 年金山三岛滩涂水下地形变化结果可知,3 年来三岛滩涂地形变化不大,2016 年较 2015 年地形总体成淤积状态,2016 年较 2014 年总体成冲刷状态,可见 2015 年较 2014 年地形总体成冲刷状态,且冲刷量比,2016 年较 2014 年冲刷量多。三岛滩涂水下地形在不同年度中有轻微的变化,这与三岛岛礁附近复杂的水域有关,不同季节、不同风向、流向、潮汐等都会对其地形产生影响^[9]。其中海湾工程对潮流的影响较大,进而影响水下地形的变化^[10]。短期来看,人为活动所致的水沙变化也会明显影响特定地形条件下的冲淤变化^[11],大金山岛的导流坝的存在导致大小金山岛之间的深槽南边缘远离大金山岛。

5 结论与展望

本文采用 GPS-RTK 技术对金山三岛滩涂水下地形进行测量,在确保测量精度满足要求的情况下,对测量结果进行整理,并绘制成三岛滩涂水下地形云图,同时结合 2015 年和 2014 年三岛滩涂水下地形测量结果,分别绘制 2014—2016 年以及 2015—2016 年三岛滩涂水下地形变化图,结果如下。

(1)从地势整体上看,受三岛岛礁的影响,三岛附近水下地形情况复杂,三岛连线两侧各 1 km 左右范围内地形起伏较大。小金山岛南北侧、浮山岛

南侧有 3 个深坑,大金山岛与小金山岛之间有一条东西向贯通的深槽,平均深度达到 -25m 以上,浮山岛与大金山岛之间有一山脊样的地形,这一地形的形成与两岛之间类似导流坝的地形有关。

(2)近 3 年来,三岛滩涂水下地形整体变化不大,2016 年较 2014 年整体呈微冲刷状态,2016 年较 2015 年整体呈微淤积状态。由于测量时季节的不同,风向、流向以及潮汐状态的不同,测量结果也会有少许差别,整体趋势变化相差不大。

(3)建议定期开展金山三岛滩涂水下地形测量,这样不仅可以及时了解三岛滩涂地形的变化,积累三岛周边水下地形资料,为保护和开发深槽提供科学依据^[12],还可以为管理部门在三岛规划、工程建设、环境保护等方面提供参考。

参考文献

[1] 张伯虎,曹颖.钱塘江河口(杭州湾段)的自然特性分析[J].浙江水利科技,2013,186(2):61-69.
[2] 镇云,杜运才.金山滩势演变分析[J].上海测绘,2006(4):

11-13.
[3] 徐双全.上海市滩涂水下地形测量研究[J].海洋测绘,2007,27(3):71-74.
[4] 周澎.GPS-RTK 技术在地形测量中的应用[D].上海:华东理工大学,2009.
[5] 周燕明.GPS-RTK 技术在工程测量中的应用研究[J].中国新技术新产品,2012(5):1-2.
[6] 黄筱蓉.水下地形测量中 GPS 二维坐标变换[J].铁路航测,2001(4):40-42.
[7] 国家测绘局.全球定位系统实时动态测量(RTK)技术规范:CH/T2009-2010[S].2010.
[8] 交通部科学研究院.船用通信导航设备的安装、使用、维护、修理技术要求:JT/T680-2007[S].2007.
[9] 刘阿成.杭州湾金山深槽的地貌特征及其控制因素[J].海洋学报,1992,11(5):71-77.
[10] 黄赛花,吴彦坤,孙志林.海湾工程对杭州湾北岸深槽潮流的影响[J].浙江大学学报(理学版),2015,42(5):605-701.
[11] 郑璐,张伟,王军,等.1972-2013 年杭州湾北岸金山深槽演变特征与稳定性分析[J].海洋学报,2015,37(9):113-125.
[12] 倪伟,王义刚,黄惠明.杭州湾北岸深槽潮流动力要素研究[J].水道港口,2012,33(3):201-206.