

GPS RTK 在海岛(礁)测量中的应用

李东升^{1,2}, 黄 腾¹, 刘为东¹, 陈 冬³

(¹ 河海大学地球科学与工程学院, 江苏 南京 210098; ² 解放军 91561 部队, 广东 广州 510320;
³ 解放军 91100 部队, 上海 200940)

摘 要 本文简要介绍了 GPS RTK 技术在海岛(礁)测量中的基本原理, 根据海岛(礁)地形的特点, 探讨并实践 GPS RTK 测量海岛(礁)地形的具体方法和步骤, 同时利用高精度全站仪对 GPS RTK 的测量精度进行评定, 证明 GPS RTK 精度能够满足海岛(礁)地形测量的要求。

关键词 GPS RTK 海岛(礁)测量 精度评定

中图分类号: P228

文献标识码: A

文章编号: 1672- 4097(2011)04- 0003- 03

1 引 言

要合理开发和利用沿海的岛(礁), 就必须进行海岛(礁)的基础测量工作。该测量的主要内容包括浅海水深、海岸线、干出滩和近海陆地。在传统的岛礁测量过程中, 干出滩以上部分采用的方法有: 大平板仪测绘法、经纬仪(或水准仪)配合小平板仪测绘法全站仪极坐标法、一方位一距离法以及能达到精度要求的其他测量方法。近海水深测量一般采用 GPS 作为测点定位、回声测深仪测深, 根据瞬时海潮水位的高程来反算海底点高程的基本模式, 但沿岸浅水域有时还需要测深杆或者水坨等工具量测。由于岛(礁)的特殊测量环境, 导致陆地通视条件很不理想, 要测一幅完整的岛(礁)海岸带地形图需要布设大量的控制点, 控制点多, 散点多, 就需要耗费大量人力物力; 同时海陆不同的测量技术所执行的标准不同, 测量结果显然有所差异, 从而导致数据拼接的矛盾不可避免。

随着 GPS 实时差分技术(RTK)的日益成熟, 能够在动态环境下, 获得厘米级甚至是毫米级的水平定位精度和厘米级的高程定位精度, 基于上述理论, 提出了一种基于 GPS RTK 技术的海岛(礁)测量方法。该方法可以大大减少测量人员的劳动强度, 自动化程度高, 省工省时, 精度高, 受气象等因素影响小, 陆海测量数据拼接效果理想, 提高了工作效率。

2 GPS RTK 海岛(礁)测量的基本原理

2.1 GPS RTK 进行海岛(礁)地形测量的原理

GPS RTK 测量技术是以载波相位观测量为依据的实时差分 GPS 测量技术。实时动态测量的基本原理是在基准站上安置一台 GPS 接收机, 对所有

可见 GPS 卫星进行连续观测, 并将观测所得数据通过无线电传输设备实时发送给流动站; 流动站在通过无线电传输设备接收基准站传输的观测数据的同时还接收 GPS 卫星的信号, 然后根据相对定位的原理, 在系统内组成差分观测值进行实时处理, 给出厘米级点位坐标。流动站既可以在一个固定点上先完成初始化再进行动态作业, 也可以在动态条件下直接开机, 并在动态环境下完成整周未知数的解算; 在整周未知数解固定下来之后, 即可进行每一历元的实时处理。只要保证足够数量的卫星和卫星具有较好的几何分布, 流动站即可以在测程范围以内给出厘米级的点位坐标。

2.2 GPS RTK 进行无验潮模式水深测量的原理

基于 GPS RTK 无验潮模式的水深测量原理, 在图 1 中基准站 GPS 天线的大地高和正常高分别为 $H1$ 和 $H2$, 其离已知点的高度为 $H5$, 已知点的正常高为 $H3$, 高程异常为 $H4$; 流动站 GPS 天线的大地高和正常高分别为 $h1$ 和 $h2$, 其离海水面的高度为 $h5$, 测深仪换能器底部高程为 $h4$, 测深仪换能器底部到海底的水深为 $h3$; 测得的海底正常高为 H 。

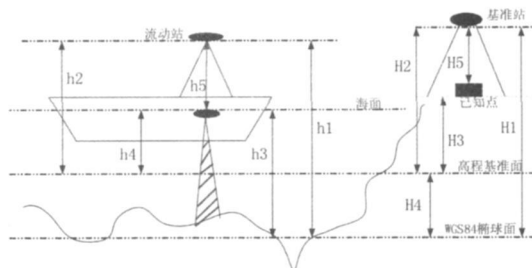


图 1 基于 GPS RTK 的无验潮模式水深测量原理

由图易知:

$$H2 = H3 - H5 \quad h2 = h4 + h5 \quad (1)$$

依据 GPS RTK 的差分原理, 可以近似认为:

$$H1 - h1 = H2 - h2 \quad (2)$$

联立(1)、(2)两式, 可以得出测深仪换能器底部的瞬时高程为:

$$\begin{aligned} H1 - h1 &= (H3 + H5) - (h4 + h5) \\ h4 &= (H3 + H5) - h5 - (H1 - h1) \end{aligned} \quad (3)$$

(3) 式中 $H3$ 为已知, $H5$ 、 $h4$ 可以通过测量得到, $H1$ 、 $h1$ 可以由 GPS 实时接收采集, 所以测深仪换能器底部的瞬时高程确定后, 通过加上测量的海底水深 $h3$, 即可实时得到测点的海底高程 H 。

3 海岛(礁)测量应用实例

3.1 测区概况

某海岛(礁)处在珠江口外, 该岛礁上有三个尖形的山头, 最高峰在岛礁的西部中央, 可俯瞰全岛。北部沿岸为岩石陡岸, 其余为岩石岸和磊石岸。视空条件理想, 适合 GPS RTK 在该区域的施测。

3.2 求定测区转换参数

GPS RTK 测量是在 WGS 84 坐标系下进行的, 而本次岛礁测量的数据需要的是在 CGCS 2000 坐标系下的, 它们之间存在坐标转换问题。在 GPS RTK 作业时要实时的给出 CGCS 2000 的坐标, 所以坐标的转换显得尤为重要。

(1) 当岛礁面积较大的时候, 可于测量之前先测定转换参数, 在 GPS RTK 作业时, 直接输入转换参数和基准站的坐标。利用同一高等级控制点的两组不同坐标系下的坐标, 可求得转换参数。

(2) 在岛礁上, 若流动站能较方便快捷地联测到 3 个以上的控制点, 则可在 GPS RTK 作业时临时测定转换参数。选择一视空开阔地架设基准站并测得 WGS 84 坐标, 然后用流动站联测 3 个以上的高等级控制点求得转换参数。

3.3 基准站的安置

基准站的安置是顺利实施 GPS RTK 作业的关键。在岛礁测量中, 它的安置应满足一下几个条件:

(1) 由于岛礁上的高等级控制点数量极其有限, 因此一般事先测定转换参数, 然后再在有精确坐标的控制点上安置基准站。

(2) 基准站安置应该首选在岛礁地势较高且交通较便利、视空条件好、电台有良好覆盖的区域。

(3) 为防止多路径效应和数据链的丢失, 基准站应选在电磁波干扰较少的地方, 周围应无 GPS 信号反射源。

3.4 GPS RTK 的施测

外业人员在求转换参数时架设的基准点上架

设基准站即可开始测量, 安排一人在基站上, 其他人员分为两个小组: 第一组进行海岸线及其他陆上要素的测量, 第二组进行环岛礁的沿岸水深测量。

第一组在作业过程中, 严格按照海道测量规范、海岛礁测量的补充规范和仪器操作规程进行。流动站取点时应采集多历元取固定解。为使海岸线测点分布均匀且突出海岸线的特征, 如海岸分为磊石岸, 岩石岸, 沙滩等, RTK 取点应依据海岸线地貌变化点、曲线拐点, 间隔距离不大于 20 m 的原则。

第二组则在作业测量船上将移动站 GPS 接收机、数字化测深仪和便携机等连接好后打开电源, 设置好记录设置、定位仪和测深仪接口、接收机数据格式、测深仪配置、天线偏差改正及延迟校正后, 进行外业数据的采集。设置时解的模式要使用 RTK Extrap (外推) 模式, 数据链接收时间间隔要与基准站设置的发射时间间隔一致, 都要为一, 记录限制要为 RTK 固定解, 高程改正要在天线高里去改正。尤其注意的是两组之间要相互协调作业, 应尽量在相同的时间在同一区域沿岸测量, 这样可以避免潮汐的涨落对测量数据拼接的影响, 以更好地进行海陆地形图的后续拼接工作。

3.5 定位精度比较分析

为了验证 GPS RTK 联测海洋和陆地要素所得数据的可靠性, 要利用 GPS RTK 和全站仪分别对海岛的海岸线进行施测, 尤其是在海岸线的特征点上进行同点测量, 然后进行精度评定分析。分析结果表明, GPS RTK 与全站仪误差范围均在 3 cm — 7 cm 之间, 完全能够满足海岸带地形图厘米级的测量精度要求。

3.6 海岸线拼接结果分析

海岸地形在地形图与海图测绘中为重复测量地段, 海岸地形元素在两种地图上是否协调一致表现为海岸线在地图综合中能否无缝拼接。为了保障空间数据在使用上的连贯性, 我们对地形图与海图的资料的拼接给予了重点关注。

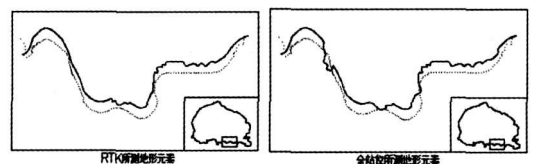


图 2 同一区域海岸线拼接效果图(实线:陆图;虚线:海图)

从上图可看出, GPS RTK 较全站仪在定位精度上相差无几, 但是在地形图与海图资料的协调性上更具有实效性。 (下转第 21 页)

Match Accurate Gallery Cloud Data Owing to Being Labeled with A Target

CAO Qi¹, WANG Yutan², WANG Junjie¹

(¹ School of Earth Science and Engineering, Hohai University, Nanjing Jiangsu 210098, China;

² College of Harbour, Coastal and Offshore Engineering, Nanjing Jiangsu 210098, China)

Abstract That three dimensional laser scanning measures the capital of cloud that the station gains in diversity is in respective instrument inside coordinate system, in saying that the cloud needing measuring station scanning with every needs to change to a unified coordinate system for the entire point gaining scanning marriage partner. Backing college student FOAK trains the main body of a book to plan three dimensional project “floor laser scanning data modeling method studying”, the gallery says that the data carries out 3 D building a model to school, the pinwheel carrying out a bid on the target measuring station scanning respectively draws, and being qualified for saying that the data is in progress the target based to measuring a station much allows.

Key words the bid target matches certainty; measure station cloud more than normal; coordinate system changes

(上接第4页)

4 结束语

海岛(礁)地形特殊,一般中间地势高,海岸线曲折,全站仪测量只能在通视范围内作业,且需要多个控制点以方便架设全站仪才能完成全岛(礁)的岸线测量任务。GPS RTK 定位技术其流动站与基准站之间无需通视而且只需设立一个基站点,流动站便可实时动态快速测出空间任意一点的三维坐标,定位精度可达厘米级,操作容易,数据自动存贮,测量时间短。实验证明 GPS RTK 在作业方式和定位精度上都充分体现了其优越性和可行性,是一种高效的海岛(礁)地形测量技术。

参考文献

- 1 赵建虎. 现代海洋测绘[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2007.
- 2 黄张裕, 魏浩瀚, 刘学求. 海洋测绘[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007.
- 3 国家技术监督局. GB12327-1998 海道测量规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 1999.
- 4 徐绍铨, 张华海, 杨志强, 等. GPS 测量原理及应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2001.
- 5 韩凌云, 杨英力. 地形图于海图拼接的矛盾问题及其处理[J]. 海洋测绘, 2003(4): 37-39.

Application of GPS RTK to Islands Survey

LI Dong-sheng^{1,2}, HUANG Teng¹, LIU Wei-dong¹, CHEN Dong³

(¹ School of Earth Sciences and Engineering, Hohai University, Nanjing Jiangsu 210098, China;

² Unit 91561 of PLA, Guangzhou Guangdong 510320, China;

³ Unit 91100 of PLA, Shanghai 200940, China)

Abstract This paper briefly introduces the principle of islands surveying by GPS RTK. According to the island terrain's characteristics, it explores and practices the concrete islands GPS RTK surveying methods and steps, then assesses the survey data for GPS RTK accuracy through making use of total station about mm precision class, proves that GPS RTK precision can satisfy the quest of the islands terrain survey.

Key words GPS RTK; islands survey; accuracy