



# 应用HYPACK软件进行航道回淤观测 应注意的问题\*

冯建军

(中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 上海 200120)

**摘要:** 以连云港徐圩航道回淤观测项目为例, 介绍HYPACK综合导航系统中进行水深数据处理时水深选择、成图水深检查校核及水深测量精度的分析功能, 提出须注意的问题及解决方法, 同时介绍快速绘制批量横断面图及冲淤图, 以直观反应航道的冲淤变化规律。

**关键词:** Hypack; RTK; 回淤观测; TIN模型; 冲淤图

中图分类号: U 61; TP 31

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)12-0204-04

## Matters of attention in application of software HYPACK to siltation observation

FENG Jian-jun

(Shanghai Waterway Engineering Design and Consulting Co., Ltd., Shanghai 200120, China)

**Abstract:** This paper expounds the function of field data gathering and data processing of the integrated navigation system HYPACK in the siltation observation of Xuwei test channel for terrain monitoring process, processed raw-depth, selected depth in SBMAX, checked depth inspection checking and analysis-measuring precision, puts forward matters of attention and corresponding solutions, and describes the drafting of cross-section and scouring-siltation situation, so as to reflect directly waterway silting and scouring variation law.

**Key words:** Hypack; RTK; siltation observation; TIN model; figure of scouring and siltation

HYPACK 综合导航系统是美国COASTAL OCEANOGRAPHICAL公司为航道测量设计的导航软件, 用于水域测量(水深测量、旁侧声纳和浅地层剖面测量)的导航定位及数据采集和处理工作。软件功能强大, 通过设备厂家提供的动态链接库(dynamic-link library), 配合高性能的计算机硬件, 可以连接GPS、测深仪、侧扫声纳、罗经等不同外部设备<sup>[1]</sup>。软件界面十分友好, 是一款人性化的、基于Windows操作系统下的图形化操作软件, 在水深测量领域应用广泛。本文主要介绍HYPACK软件在水深冲淤分析中的功能和应注意的问题及处理方法。

### 1 测深数据处理

数据后处理可以对采集的原始数据进行水深修正、延迟改正、数据压缩和剔除等处理。而潮位改正可在数据采集的过程中实时改正, 减轻了内业处理的工作量, 降低了技术人员的劳动强度, 提高测深数据的精度。

#### 1.1 单波束编辑

数据编辑中一个重要而又枯燥的工作是剔除坏数据, 其中包括GPS信号周跳发生的伪数据以及测深仪的噪声数据。在测船较小、风浪较大时, 水深测量数据的噪声较多, 为保证测深数据的真实和图载水深的准确, 测得的水深必须经过(换

收稿日期: 2012-09-27

\*基金项目: 国家高技术研究发展计划(863计划)项目(2012AA112509)

作者简介: 冯建军(1978—), 男, 高级工程师, 主要从事工程测量工作。

能器吃水、声速、水位、姿态等)各项改正,才能满足测深的需要。对于受到风浪等影响产生测量船纵摇、横摇和升沉的改正,可由涌浪滤波器对船体在运动中的升沉(heave)、横摇(roll)、纵摇(pitch)进行实时记录,后处理时勾选高级选项中的“Apply Heave Correction”和“Apply Pitch and Roll Corrections”选择项即可进行船只姿态改正。

### 1.2 外业测量数据的检查和修正

为确保成图数据的可靠,需全面的检查外业中存入硬盘的自动采集的原始测量数据文件,检查包括以下4个方面:

1) 测深中心位置归算与坐标系统转换。当定位中心与测深中心不重合,且无法忽略时,必须进行测深中心位置归算。

2) 定位点位置异常检测。可通过测量视图判别与测线自动判别法进行检测。测线自动判别法可以在水深数据处理通过GPS滤波工具来实现。

3) 水深点采集时间异常检测。水深点采集时间异常发生的几率很小,主要取决于外业采集软件的性能和完善程度,但若不进行检测修改必定会影响水深改正的正确性。

4) 测线水深数据检查改正。外业采集的水深经常会出现假水深,如突跳水深、零水深等,为保证水深成果质量,规范规定每条测线均必须经过全部的检查。主要检查改正方法有:自动判别并修正孤立零水深(水深值小于换能器吃水);测线水深与记录纸检核比对(曲线移动判别法)。将外业采集的水深数据计算机显示按照测深仪的量程、倍乘和纸速进行缩放,海底回波线数字化线与测深仪记录纸逐条测线进行比对和检查。

### 1.3 水深点选择

#### 1) 单波束编辑器水深预排序。

单波束编辑器中的PRESORT(预排序)选项可以按测量时间、采样数量、沿测线的距离及事件快速地缩减要编辑的水深数据的一种方法,预排序可以对水深的原始值进行区间内的判断或取舍。测量船在行进中有时要避让或者航速不均匀,如果采用时间或采样数选项易造成采样点不

均匀,一般选沿线距离为基准。数据分段后,还要求选择最大深度、最小深度或平均深度进行取舍,在实施过程中必须根据不同的工程项目类型进行不同的选择。不同水深类型选择之间导致断面图水深值的偏移,见图1,在航道回淤观测中该选项的取舍会造成数据失真,不利于分析研究工作。根据多次测量经验,在单波束编辑过程中对原始水深不排序,这样既有利于对照模拟测深纸修正假水深又有利于保证原始水深的真实性全面性。

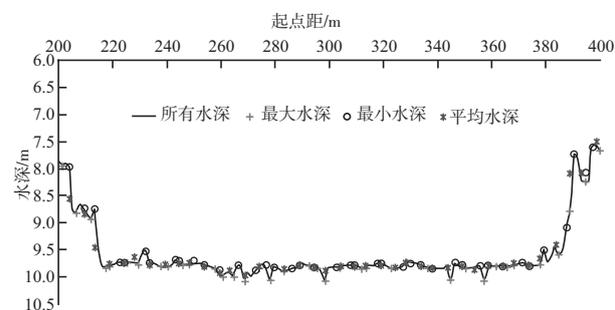


图1 水深选择对航道深槽断面的影响

#### 2) SORT排序。

排序是将编辑过的数据根据设定的半径或在测深点周围X、Y方向上的距离内,寻找最小的水深值存入临时文件内,而把其它的水深数据去掉,这可以去掉测线之间重叠的点。将最后的临时文件中保留的数据存为ASCII的(\*.XYZ)文件<sup>[2]</sup>。显然这样出来的水深明显偏小,有利于航道浅点扫测,但此种水深筛选方法不能真实地反应地形,不利于回淤观测的研究。因此可在SORT时将半径设为零,让所有的测深数据均转化为XYZ文本,再按成图比例要求的点距展点。在转化水深文本时最好将编辑的测线和检查线水深文件按测船、日期分别生成文件,这样有利于不同测船水深对比、相同测船不同时间段、测线水深与检查线水深的对比分析。

### 1.4 成图水深异常检测

基于测深线经检查筛选的成图水深中,仍有可能遗漏个别异常水深,对成图水深还应采用基于面的检测方法。

#### 1) 等深线图示法检测。即以较小的等深距自

动勾绘等深线，等深线显示较密的地方则表示地形突变或水深异常。

2) 基于三角网的异常水深检测。此法先将成图水深自动联结为三角网，然后计算该区域海底地形起伏的高差平均值，再找出以某个水深点为顶点的全部三角形，进而得到围绕该点的最近水深点，并计算周围各点与该点的最大、最小高差。若最小高差超限，则该点为异常点；若最大高差超限，最小高差不超限，则该点为可疑点。最后由人工根据水深展点图显示的水深情况判定对检测出的异常点及可疑点作删除或改正处理。

3) 三维显示检测。以Open GL三维图形库为基础，建立三角网三维显示程序，借助程序提供的三维旋转、分层设色、网点拾取等功能，交互检测异常水深<sup>[3]</sup>。

### 1.5 水深测量精度估计和检核

为检查和控制测深成果质量，规范要求进行水深测量时必须在较好海况下施测一定数量的检查线，并对主检水深不符值进行统计与精度估算。精度估算一般采用双次观测的中误差计算公式： $m = \sqrt{[vv]/2n}$ ，其中， $n$ 为主检交叉点的个数； $v$ 为主检交叉点的不符值。根据检查线和主测线相交点允许限差，确定测量数据是否合格。

## 2 水深分析

在回淤观测分析中经常将不同时期观测的水深文本进行比较，比较的形式包括断面图和冲淤变化图两种形式，HYPACK软件在后处理水深文本成果展现对比方面尤其方便。

### 2.1 重组程序

在外业测量过程中，由于避让其他航行的船舶而偏移测线或更改测线调头时记录了少量废弃的水深点，对于这些点的舍去在HYPACK程序中可以通过“实用工具-文件管理-重组程序”这个工具快速实施，使得在内业整理水深时非常快捷。这个工具形成的文件可以在单波束编辑器中进行轨迹线、水深断面及水深表的查看，对于绘制回淤分析研究的断面图很有帮助。

### 2.2 批量断面图

对于已编辑水深目录下的索引文件可以在“测量成果-横切断面”中进行批量的绘制断面图，添加索引文件后选择需要绘制的测线水深文件，在图形界面中设置横纵坐标轴的格式，选择绘制水深数据的类型及采用水深模式或高程模式，断面图的形式是否满足要求可以在视图中预览，通过调整类型或格式得到需要的断面图。同时可以通过设置水平或垂直比例尺打印不同比例尺的横切断面，再调整文本字体大小，可以快速的转化成DXF格式。通过对不同时期的水深文本绘制的断面图可以快速看到测量断面的水深变化情况，为航道的水深监测提供对比研究资料。

### 2.3 地形冲淤分析

随着计算机技术的发展，基于DEM技术的航道冲淤变化图取得了较满意的结果；基于图形绘制技术的航道冲淤演变定量分析法<sup>[4]</sup>分别采用不规则三角网法(TIN)、栅格法和等值线法计算分析航道的冲淤量，实现了冲淤计算的定量化。全测图水深对比主要采用软件中TIN模型模块对实测资料进行计算、绘图、冲淤分析。基于TIN模型的冲淤分析包括航道冲淤厚度、断面形态和航道冲淤量分析。依据实测的水深点构建TIN模型后便可分析区域一定时间内冲淤前后的海床变化图，即冲淤厚度图。基于TIN模型法利用水深文本构建了的三维冲淤计算，比传统河道冲淤分析法简便、分析效率及计算精度高，可视化操作程度高，可快速准确地掌握航道的冲淤变化，为航道回淤研究提供依据。

## 3 应用情况

连云港港徐圩港区航道回淤观测研究历时一年多的现场测量，水深测量作业系统主要采用了法国Z-MAX双频GPS接收机系统按RTK实时动态定位；无锡海鹰HY1600测深仪测深；英国TSS HS-50升沉传感器进行动态补偿；Hypack导航软件同步采集观测数据。测量期间，GPS的定位信息、TSS姿态传感器的heave和测深仪测量深度均被Hypack读取和存储。

通过单波束编辑器对野外采集的原始水深进行剔除假水深、延迟改正、姿态改正后，对编辑后生成文本进行SORT排序，生成XYZ文本；将不同测船的测线或检查线测深文本按不同日期在CAD软件中按等距5 m展点成图；将参与成图的交叉点水深进行对比统计，对不符值进行检查，并对重合点的测深精度进行估算。对固定断面上的成图水深点按横向1:5 000纵向1:100比例绘制断面图；对航道全测图水深建立TIN网格，将不同测次TIN网格水深进行对比，生成DIFF差值水深，将差值水深按不同水深范围进行分色显示，快速的形成冲淤变化图；将各测次全测图TIN网格按航槽区域分段进行统计，分析航槽内分段平均水深变化情况。

#### 4 结论

HYPACK软件在航道水下地形测量中的应用，能够显著地提高作业效率和测量精度。与同类软件相比，优越性表现在以下3点：

1) HYPACK软件无论是对硬件的联接，还是对工作类型和工作模式以及整个工作过程的考虑都十分系统、全面；

2) 操作界面直观友好，且多以图表形式显示，在测线设置和数据编辑等方面尤为突出；

3) 建立TIN网格对不同期的水深对比绘制冲淤图，具有出图速度快，图形显示功能强的特点，非常适合于回淤监测项目中要求测量精度高、数据处理及出图速度快、对比分析方便等特点，为航道的回淤研究就能提供高质量、高精度的观测成果。但在数据后处理时应注意水深数据预排序选项、RTK在线潮位与姿态仪组合等数据设置，不同的选择设置直接影响到水深成果，只有不断的摸索对比分析，选择适合项目的数据处理方法才能得到真实的水下地形情况。

#### 参考文献：

- [1] 胡家赋, 刘宇明. HYPACK导航系统在海洋资源勘探中的应用[J]. 海洋测绘, 2003, 23(6): 21-30.
- [2] Coastal Ocean Ographical Corp. HYPACK MAX User Manual[S].
- [3] 申家双, 陆秀平. 水深测量数据处理方法与软件实现[J]. 海洋测绘, 2002, 22(5): 32-36.
- [4] 张红梅, 基于图形绘制技术的河床冲淤演变定量分析方法[J]. 武汉大学学报: 工学版, 2005, 38(1): 39-43.

(本文编辑 郭雪珍)

## · 消 息 ·

### 青岛邮轮母港设计方案邀专家评审

日前，山东青岛邮轮母港启动区修建性详细规划及主体建筑设计方案国际招标专家评审会议召开，这标志着青岛邮轮母港进入到设计、建设阶段。

加快青岛邮轮母港建设，是青岛市促进青岛港布局调整、转型升级，推动青岛高端旅游及服务业发展的重要项目。青岛邮轮母港建成后，其所在的大港片区将被定位为青岛老城区“皇冠上的明珠”，从而承担带动老城区再次腾飞的重任。据悉，邮轮母港启动区预计2014年实现正常运营。

摘自《中国交通报》