



# 长江电子航道图航道要素动态更新方法\*

彭文, 徐硕, 杨保岑, 周冠男, 吴溪

(长江航道测量中心, 湖北武汉430010)

**摘要:** 随着电子航道图在内河航运中的广泛运用, 航道要素数据更新的时效性问题日显突出。文章在分析国内外电子海图数据更新技术的基础上, 研究长江电子航道图水深要素、航标要素和其他要素的更新方法, 以及更新过程中涉及到的数据处理算法, 构建各类航道要素的更新模型, 最后形成基于长江电子航道图生产编辑系统平台的动态更新方案。

**关键词:** 电子航道图; 动态更新; 水深要素; 航标要素

中图分类号: U 612.26

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)01-0067-05

## Dynamic update technology of waterway feature element for Changjiang electronic navigational system

PENG Wen, XU Shuo, YANG Bao-cen, ZHOU Guan-nan, WU Xi

(Changjiang Waterway Survey Center, Wuhan 430010, China)

**Abstract:** With the broad application of electronic navigational chart (ENC) in inland shipping, the problem of updating of the waterway element data turns more prominent. Based on the analysis of domestic and foreign ENC data update technology, this paper researches the update method for the Changjiang ENC bathymetric elements, navigation elements and other elements, and the data processing algorithm involved in the update process. It also builds all kinds of factors of waterway element updating model. At last, the paper concludes the dynamic update scheme based on the Changjiang ENC production system platform.

**Keywords:** electronic navigational chart; dynamic update; bathymetric element; navigation element

### 1 航道要素动态更新现状分析

#### 1.1 国内外研究现状

目前, 国内外对于电子海图技术已经开展了大量的研究, 内河航道图的技术和管理模式与之相似。在电子海图的研究方面, 英国、美国等经过长期的实践和发展, 已经逐步形成了完善的生产流程和维护、更新发布机制。

英国海道测量局根据用户的不同需求, 提供不同层次的更新服务。如在商业航运方面, 用户可以得到所需要区域的光盘与注册有效期内每周一期的更新光盘, 以及有关区域的新版

光盘。此外, 该机构还发布了客户端更新订购软件, 该软件集各类数据服务于一体, 能够发布临时性和预告性的航海通告, 极大地方便了各种客户的使用。

美国国家地理空间情报局提供的海图更新服务采用的是累积改正技术, 每次改正都是针对原版数字海图, 改正内容与相应的纸质海图完全一致, 针对数字海图的改正严格参照“航海通告”进行<sup>[1]</sup>。目前, 通过国际互联网, 该机构已经可以为军方用户提供每月一次的更新服务。

我国有关电子海图的研究起步较晚, 其生产

收稿日期: 2015-10-30

\*基金项目: 交通运输部2013年信息化重大专项(2013-364-548-200)

作者简介: 彭文(1966—), 女, 高级工程师, 从事航道测绘、数字航道、电子航道图等相关研究与管理工

与更新技术与发达国家相比还有差距。主要表现在以下方面：生产技术以引进国外软、硬件系统为主，可扩展性受限；数据发布体系还不健全，数据传递及时性有待进一步提高<sup>[2]</sup>。

### 1.2 存在的主要问题

1) 效率上，从原始数据的外业测量到内业处理，然后进入电子航道图生产系统进行更新和输出，此过程耗时漫长，并且人工参与过程较多，效率低下，尤其是对于长江部分地形变化复杂的河段，更新频繁且变化剧烈，对于实时性要求更高，这也对长江电子航道图的数据更新提出了更高的要求。

2) 应用上，目前国内外的数据动态更新在航海领域已经有了一部分应用，但是其应用层面还不够深入，并且其在长江航道上的适用性也有很大问题。

## 2 航道要素动态更新方法研究

长江航道要素众多，在数据采集方式、数据格式、更新频率、更新方式等方面均存在差异。为了提高自动化水平，根据数据生产更新特点的不同，将航道要素分为水深及其相关要素、航标及其相关要素、其他要素三大类别<sup>[3]</sup>。

### 2.1 水深及其相关要素更新

对于水深数据，首先进行数据的质检，质检通过的水深数据进行入库更新，然后确定更新范围。更新范围的确定有两种策略：当岸线无变化时，利用航道物标确定更新的范围；当岸线有变化时，利用岸线物标确定更新范围。最后删除等深线、删除水深点以及删除深度区，导入范围内的水深点与等深线数据，对范围外的等深线进行接边，然后利用工具生成深度区，点面检查后，进行拓扑关系的自动维护。

对于深度区的生成，首先利用输入的水域分界线数据从数据库中提取需要参与计算的等深线数据，在此基础上构成初步等深区，再根据等深线的深度值和空间位置来确定深度区的深度范围值，最后将正确的深度区存到数据库中，从而实

现深度区数据的更新。

对于等深线的合并，用户输入需要处理的等深线范围，通过空间查询获取被目标要素切断的等深线，然后批量计算等深线与该要素的交点，为保证对交点排序的正确性，需要根据等深线的走势判定采用 X/Y 轴投影进行交点排序，根据交点进行连接要素的构造，最后合并等深线，删除临时构造线要素<sup>[4]</sup>。

对于深度区的合并，用户输入需要处理深度区范围，通过空间查询得出范围内的航道要素，以其几何尺寸为范围查询与之相交的等深线，查询出的结果存入几何序列，没有查询到与等深线相交的要素直接删除。如果是固定要素，需要将查询到的岸线存入几何序列中，然后利用几何序列切割该要素，逐个遍历割裂的要素，查询与之接触的深度区，并与之合并构造新的深度区要素，最后删除割裂的要素。

水深数据更新模型见图 1。

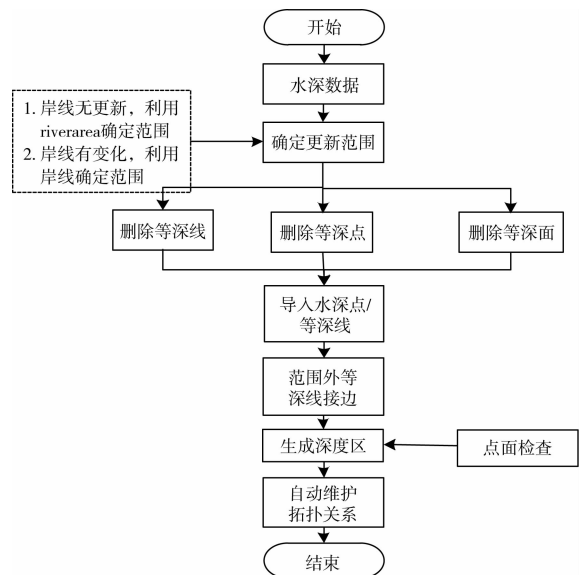


图 1 水深数据更新模型

### 2.2 航标及其相关要素更新

对于待更新的航标数据，首先进行航标数据的质检，然后导入源数据库，将航标数据自动对应为电子航道图物标及属性。利用点面拓扑关系，计算不在航道面边线上的航标并符号化显示，并自动生成航道面中心线与分隔带<sup>[5]</sup>。同时

辅助部分人工干预调整推荐航道面的边线, 动态计算航道面角度、航道面边线提取、推荐航路更新。

对于航道中心线与分隔带的生成, 用户选择需要处理的范围, 通过空间查询范围内的航道面以及航道面上的航标点, 计算航道面宽度均值<sup>[6]</sup>。按照一定的规则, 根据不同的航道宽度生成不同的物标。

对于航道面角度的计算, 用户输入需要计算航道面角度的范围, 通过空间查询, 提取范围内航道边界航标点, 然后进行左右航道配对计算, 计算左右航道面中心线角度, 最后将角度值更新到对应的航道面要素属性中。

对于航道面边线的提取, 用户选择需要处理的范围, 通过空间查询提取范围内航道边界的航标点及航道面, 对航道面进行配对计算; 通过航标点构造左边线与右边线, 最后将构造的航道边线存入 TSSBND 物标中。

对于推荐航路的更新, 用户输入范围与距离参数, 通过空间查询提取范围内的航标点及航道面, 对航道面进行配对计算; 遍历航道面, 对航道面内部点进行排序, 为保证点排序的正确性需要结合航道走势进行 X/Y 轴投影辅助排序, 查询左岸、右岸延长线为输入距离参数的点, 进行构造推荐航路, 最后删除原有的范围内的推荐航路。

航标及相关要素更新模型见图 2。

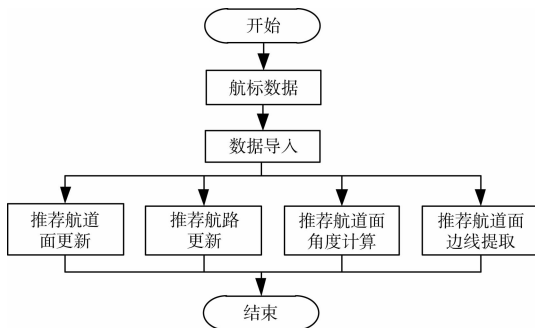


图 2 航标数据更新模型

### 2.3 其他要素更新

其他要素更新包含码头、桥梁、障碍物、整治建筑物等重要要素的更新, 要在修复已有数据

的基础上进行新数据的导入操作。其他要素更新主要分为两类: 涉及拓扑关系的要素更新和不涉及拓扑关系的要素更新。其中, 不涉及拓扑关系的要素(如桥梁、障碍物等)更新较为简单, 即删除图上原有要素, 将变化后的要素导入更新平台; 涉及拓扑关系的要素更新较为复杂, 以码头要素更新为例, 其难点在于实现码头和深度区之间拓扑关系的自动维护<sup>[7]</sup>。

对于拓扑关系的自动维护, 用户输入一个矩形区域范围, 程序自动遍历矩形区域内的码头数据。当码头区域与深度区重叠时, 利用码头区将深度区挖除, 当码头数据跨越了深度区与陆地区时, 则应该将码头数据与深度区相交部分的数据作为码头存储, 并且用码头数据将深度区数据挖除, 将码头数据与陆地区相交部分的数据作为陆地区数据存储。其物标更新见图 3。

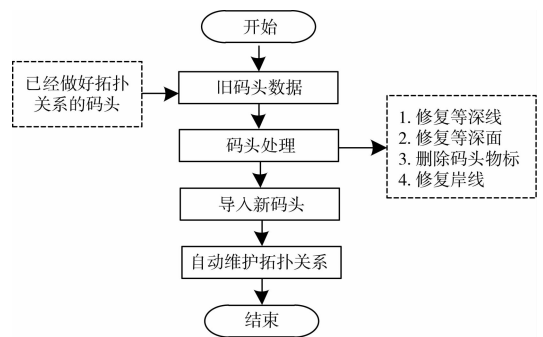


图 3 码头物标更新模型

## 3 长江电子航道图航道要素更新实现方案

### 3.1 航道要素更新实现流程

长江电子航道图航道要素更新实现方案主要包括数据采集、数据预处理、源数据生产、更新与成图、数据发布等过程。

1) 数据采集包括河床地形、航标、水位(潮位)等数据的采集。其中, 水深测量采用实时差分 GPS 技术结合单(双)频测深仪或多波束测量系统进行, 航标定位采用差分 GPS 技术。

2) 数据预处理主要包括地形、航标、水位(潮位)等数据的预处理, 以及其他相关资料的整理编辑工作。数据预处理流程见图 4。

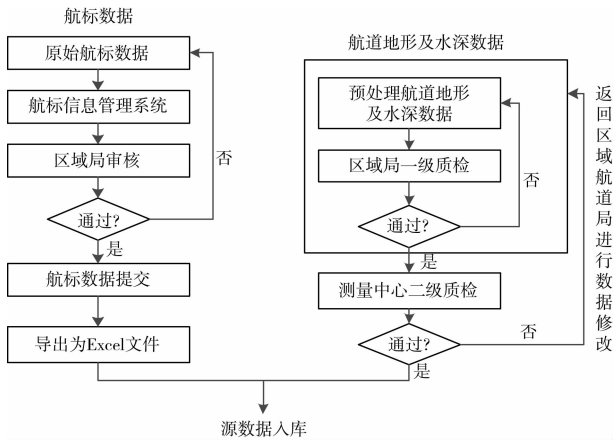


图4 数据预处理流程

3) 源数据生产包括源数据入库、源数据编辑和源数据检查 3 个阶段。

① 源数据入库：电子航道图生产过程中需要入库的数据有航标数据、水深数据、物标空间数据、物标属性数据。航标数据由各区域局终端导入辖区航标数据，审核后数据进行提交；水深及等深线批量导入后，经过编辑修正构成深度区；其余物标的空间属性按照编码对应规则导入数据库；物标属性数据在 ArcGIS 平台上通过程序批量导入数据库。

② 源数据编辑：编辑工作包括等深线编辑修正及深度区自动生成、物标及属性编辑、建立物标拓扑关系、图幅接边。等深线编辑修正及深度区自动生成，是在等深线及深度区自动生成的基础上，进行人工编辑，以保证其正确性和平滑性；物标及属性编辑，是对源数据中的各类要素进行人工检查及编绘，保证其正确性和完整性；物标拓扑关系建立，是指正确建立物标间的拓扑关系以及主从关系；图幅接边，是对分幅的数据文件进行接边处理，以保证拼接处数据的连续性，实现无缝拼接。

③ 源数据检查：数据导入及编辑完成后，应依据相关规范和检查规则，对源数据进行有效性检查。检查完成后对于错误数据应核对原始资料，改正后重新入库并进行再编辑。

4) 数据更新与成图。该流程类似于数据生产，同样包括数据预处理、源数据生产、ENC 产品数据生产出图。数据更新与成图过程见图 5。

5) 数据发布。数据制作完成后，经过加密和压缩处理，就可以上传发行，加密后的产品可通过网站进行下载，在线电子航道图是产品数据文件栅格化后进行的在线 WebGIS 发布。

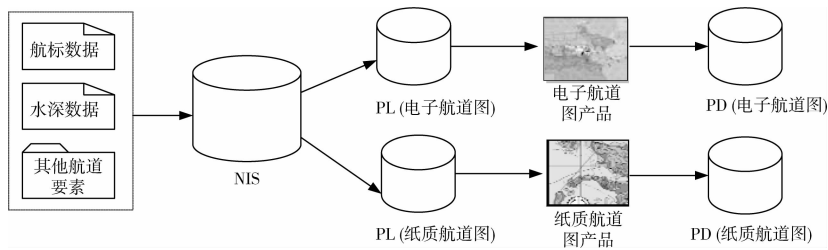


图5 数据更新与成图过程

### 3.2 航道要素更新结果

长江电子航道图航道要素更新是在长江电子航道图生产编辑系统软件平台的基础上展开的。该平台能够快捷地完成对测量数据的导入、编辑，实现符合长江电子航道图相关标准体系的电子航道图的显示、编辑、检验和审核以及相关的数据库管理功能。航道要素动态更新的研究主要基于该平台的源数据生产编辑子系统（图 6~8）。

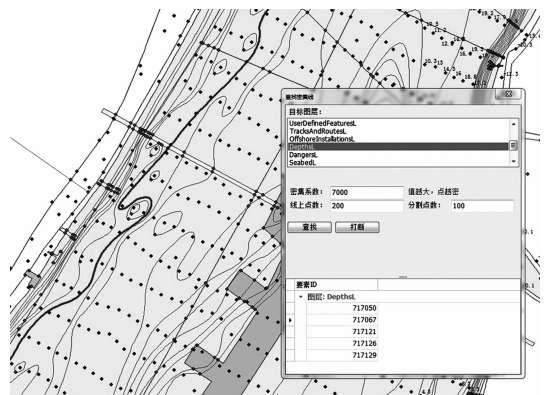


图6 水深数据更新

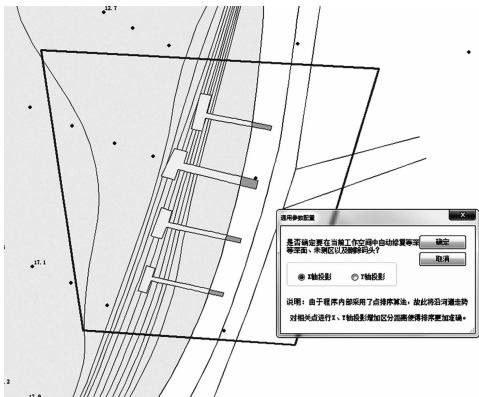


图7 其他要素更新

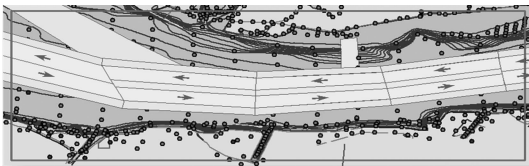


图8 航标及与之相关数据更新

#### 4 结语

1) 通过对长江电子航道图航道要素动态更新方法进行深入研究,建立了水深数据、航标数据及其他要素的更新模型。

2) 在保证数据质量的基础上,实现了长江电子航道图的快速更新,从而实时、快捷地将最新数据发布给用户。

3) 目前,该技术已应用于电子航道图实际生产过程中,有效减少了人工操作,大幅提高了数据更新的效率。

4) 随着长江电子航道图的推广应用,长江电子航道图要素动态更新技术的应用将为规范数据生产与管理、提高电子航道图服务水平、保障航道船舶行驶安全性、拓展数据应用服务、提升数据质量和数据时效性等工作奠定坚实的基础。

#### 参考文献:

- [1] 李宏利. 电子海图技术国际标准研究[M]. 北京: 海潮出版社, 2005: 9-22.
- [2] 周维民. 电子海图数据集成技术研究及应用[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2009.
- [3] 赵鹏. 面向对象的航道 GIS 数据组织[J]. 武汉理工大学学报, 2003 (2): 55-57.
- [4] 刘旭东. 电子航道图等深线自动生成算法的研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2009.
- [5] 张英俊. 电子海图的数学和算法基础[M]. 大连: 大连海事大学出版社, 2001.
- [6] 马艳辉. 基于实测数据的内河电子航道图改正方法研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2008.
- [7] 梁雄耀. 内河大比例尺电子航道图的制作方法[J]. 世界海运, 2007 (5): 21-24.

(本文编辑 郭雪珍)

## · 消 息 ·

### 中国港湾参与的联合体中标缅甸深水港项目

2015年12月30日,由中国港湾参与的中信联合体中标缅甸皎漂经济特区深水港项目。

项目估算静态投资额54亿美元,总面积4289英亩(17.36 km<sup>2</sup>),包括深水港、工业园区及住宅区共3部分,第一深水港面积370.7英亩(1.5 km<sup>2</sup>),第二深水港面积237.2英亩(0.96 km<sup>2</sup>)。主要建设内容包括10个10万吨级集装箱码头、泊位全长4.1 km,另有疏港道路、桥梁等项目建设。

(摘编自《中国交通建设网》)