



长江电子航道图数据快速更新工具的设计与实现^{*}

吕霖, 彭文, 周冠男, 彭洋, 熊健
(长江航道测量中心, 湖北 武汉 430010)

摘要: 为保证长江电子航道图数据的时效性, 在分析数据预处理更新流程的基础上, 研究电子航道图快速更新工具的开发方法。利用本工具自动处理电子航道图数据的更新, 简化了人工操作的繁重步骤, 提高了长江电子航道图数据预处理的效率。

关键词: 电子航道图; 快速更新; 航道地物要素
中图分类号: U 612. 26 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-4972(2016)01-0072-06

Design and realization of fast update tools for Changjiang electronic navigational chart production system

LYU Lin, PENG Wen, ZHOU Guan-nan, PENG Yang, XIONG Jian
(Changjiang Waterway Survey Center, Wuhan 430010, China)

Abstract: To ensure the timeliness of the Changjiang electronic navigational chart (ENC) data update, this paper studies the data preprocessing and renewal process, and researches the ENC update tools development technology. The use of this tool for automatic processing of ENC data update simplifies the manual operation of the heavy steps and improves the Yangtze River electronic channel data preprocessing efficiency.

Keywords: electronic navigational chart; dynamic update; waterway feature element

2012 年 10 月, 覆盖长江干线共 2 687.8 km 航道的电子航道图 (2.0 版) 数据制作完成, 为了保证其时效性, 长江航道局开展了电子航道图数据更新的研究工作。2015 年 1 月, 长江电子航道图正式对外发布, 然而, 长江水深条件的频繁变化和用户数量的不断增加, 对电子航道图的更新频率提出了更高的要求。在航道图数据更新过程中, 数据预处理阶段往往要耗费制图员大量的工作时间, 因而, 研究如何优化数据预处理流程, 并开发具有针对性的处理工具, 将能够提高长江

电子航道图数据的更新效率, 从而保证其具有较高的更新频率。

1 设计与思路

1.1 总体思路

根据 GB/T 14268—1993《国家基本比例尺地形图修测规范》的相关规定, 结合长江实际情况, 长江电子航道图的数据更新主要分为局部河床 (水沫线以内) 地形更新、航标数据更新以及其他地物要素更新。其中, 航标数据通过电子航道图

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: 吕霖 (1989—), 女, 工程师, 从事长江电子航道图系统研发、数据生产及更新工作。

航标管理系统进行管理，通过下载交换格式后直接导入生产编辑平台完成更新。而局部河床地形更新和其他地物要素的更新则需各单位观测后在清华山维软件中进行预处理，再对预处理成果进行更新。通常，预处理的过程往往耗费制图员大量的工作时间，故需要进一步优化数据预处理流程。

通过对电子航道图数据预处理更新流程的分析，可以发现在应用清华山维软件进行电子航道图数据预处理时，水深点更新范围线的绘制、等深线的处理以及地物要素的更新等方面存在较多的人工操作^[1]。例如，在地物要素发生变化进行

更新的过程中，制图人员需要对底图数据进行修改，并同步保存新增、删除、属性改变的清华山维文件，其过程较为繁琐，容易产生误操作。因而，需要开发新的工具，对数据预处理更新流程进行简化。对于新工具的开发，较好的方式是，结合清华山维平台的模块开发功能和脚本工具，采用 Visual C++ 语言，对其功能进行模块划分，再分别加以实现。

1.2 技术方案

拟定设计电子航道图快速更新工具，首先对电子航道图数据更新预处理流程进行分析，查找其中可优化的环节，具体情况如表 1 所示。

表 1 电子航道图数据更新预处理流程			
类别	数据更新预处理环节	环节分析	是否可优化
局部河床 地形更新 (水沫线以内)	形成水深数据文本文件 (.TXT 格式)	将外业采集数据处理成标准格式，操作简便	否
	水深数据与上一次成果水深合图 (需绘制水深点更新范围线)	绘制更新水深点的范围线，需人工逐段勾绘，操作复杂	可优化。可考虑用程序自动勾绘范围线，供人工进一步调整
	生成新的等深线	清华山维中自动生成等深线工具存在如下问题：①清华山维的等深线为每米生成，与实际勾绘规则不符，且没有漏线检查；②等深线值不能赋值到规定的扩展属性 VALDCO 中；③自动生成的等深线直接过整数点，与规范不符。针对以上问题，已有较多的脚本工具可以处理，但种类繁多，使用不便	可优化。可考虑将已有的多个脚本工具进行集成，方便人工操作
	等深线与上一次预处理成果接边	生成的等深线与上一次预处理成果接边，操作方便	否
地物 要素 更新	建立删除要素文件	对于位置改变、编码改变或某一部分发生变化的要素，将改变前的信息作为删除要素存储在单独的文件中。需人工逐一一对要素进行处理，耗时长	可优化。可考虑在清华山维中建立唯一标识字段，记录数据的改变，并能形成对应的改变文件，减少处理文档的时间，以此提高工作效率
	建立新增要素文件	对于位置改变、编码改变或某一部分发生变化的要素，应将改变后信息作为新增要素存储在单独的文件中。需人工逐一一对要素进行处理，耗时长	
	建立属性改变要素文件	对于属性改变的要素，需将改变后的要素存储在单独的文件中。需人工逐一一对要素进行处理，耗时长	
	形成地物要素最新预处理成果文件	对于修测后的数据进行整理，形成整体的地物更新预处理成果文件	

结合表 1 的分析及实际处理的效率，电子航道图快速更新工具的开发，可分为 3 部分进行实

现，即水深点更新范围线自动生成工具、等深线转换工具以及地物要素更新工具（图 1）。

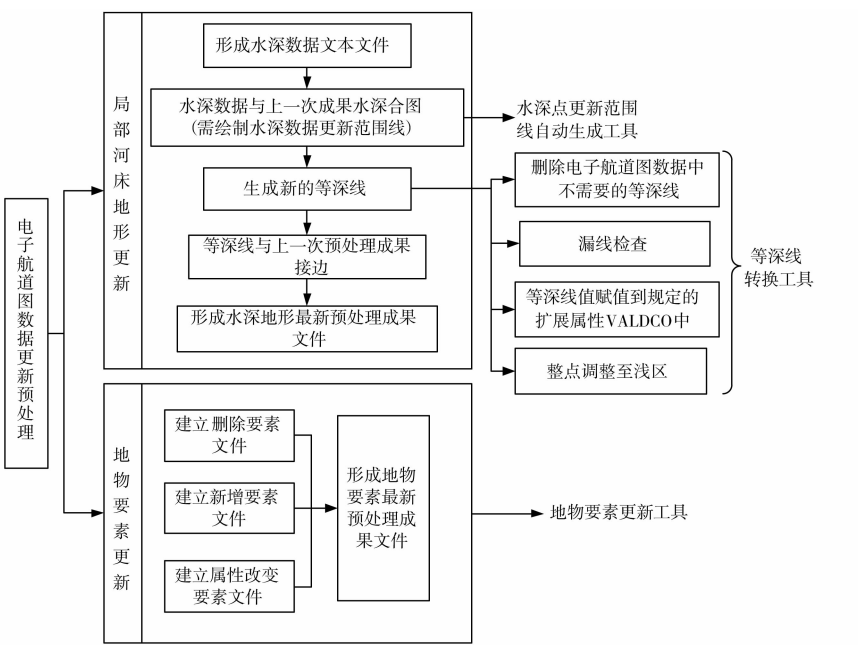


图 1 电子航道图快速更新功能及流程

2 软件设计与实现

清华山维软件平台提供了丰富的扩展方式，可分为如下 3 类：1) 提供 SSProcess 对象作为与 EPS 平台交互的接口，用户可以通过引用该对象，实现自己所需的功能；2) 提供工作台面的定制功能，用户可以手动添加动态链接库，实现特定功能模块的加载；3) 提供模板定制接口，可以对要素编码属性表的字段进行增减^[2]。

电子航道图快速更新工具的实现涉及到清华山维界面的定制、脚本工具的整合以及模板字段的增加，所以需要综合以上 3 种方式完成工具的开发。

2.1 水深点更新范围线的自动生成

该功能的设计思想是，获取选择集内的水深点，连接水深点，自动生成最大外围线，读取用户参数设置，构成三角网，最后利用三角网成员函数提取边界线，实现更新范围线的自动提取。其功能描述见表 2。

表 2 水深点更新范围线自动生成功能

功能名称	详细描述
输入	长江航道水深点数据, 范围线编码, 水深点编码, 点集最大聚类间距
处理	根据一定范围内的水深点数据生成指定的范围线编码
算法描述	筛选相应的水深点编码, 利用构三角网法生成范围线
输出	指定编码的范围线

运行水深点更新范围线自动生成工具，程序能自动识别出水深点，并对水深点自动生成选择范围内的范围线。图 2 为用户参数设置界面，点击确定后，即可自动生成范围线，图 3、4 分别为范围线生成前后的效果。

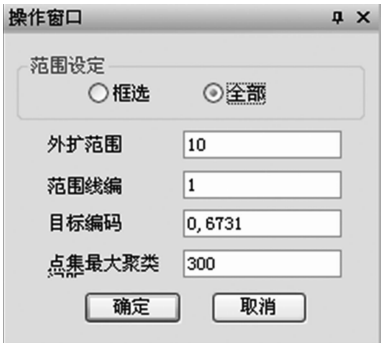


图 2 参数设置窗口

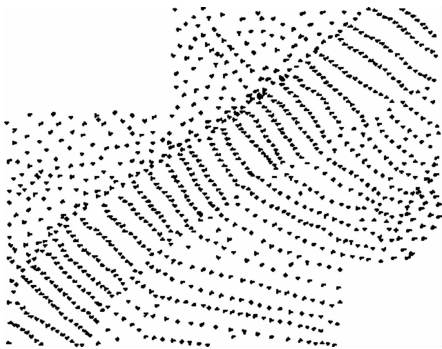


图 3 运行前水深数据

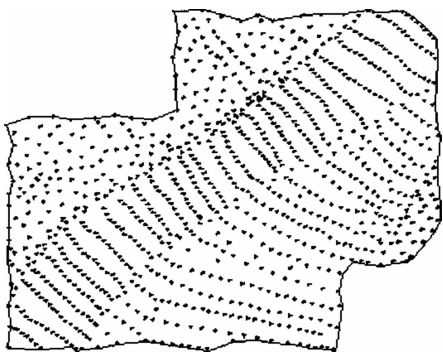


图 4 运行后自动生成的范围线效果图

2.2 等深线转换

该功能的设计思想是, 根据选定范围, 检查图面中是否缺少勾绘规则中某一高程值的等深线, 并给予漏线提示, 同时删除不需要的等深线, 将等深线 Z 值自动赋给扩展属性 VALDCO, 将整点调整至浅区等。其功能描述见表 3。

表 3 等深线转换功能	
功能名称	电子航道图等深线转换
输入	长江航道数据, 等深线源编码, 目标编码, 勾绘规则
处理	保留设定阈值的等深线和水陆分界线, 调整水深线过整点情况
算法描述	对不符合设定阈值的进行漏项提示, 用户可以根据设定的阈值对等深线及水陆分界线进行筛选, 可以调整水深线过整点情况
输出	经过筛选和调整过的数据

通过对等深线转换功能的分析, 设计其实现流程如图 5 所示。

以长江中游荆州段为例, 根据《长江电子航道图等值线及水陆分界线勾绘规则》, -10 m 线为水陆分界线, 等值线勾绘 -5 m, 0~5 m 每米勾绘, 10~15 m 勾绘, 15 m 以上不勾绘, 将参数设定为 -5、0、1、2、3、4、5、10、15[#]-10 (“[#]”后

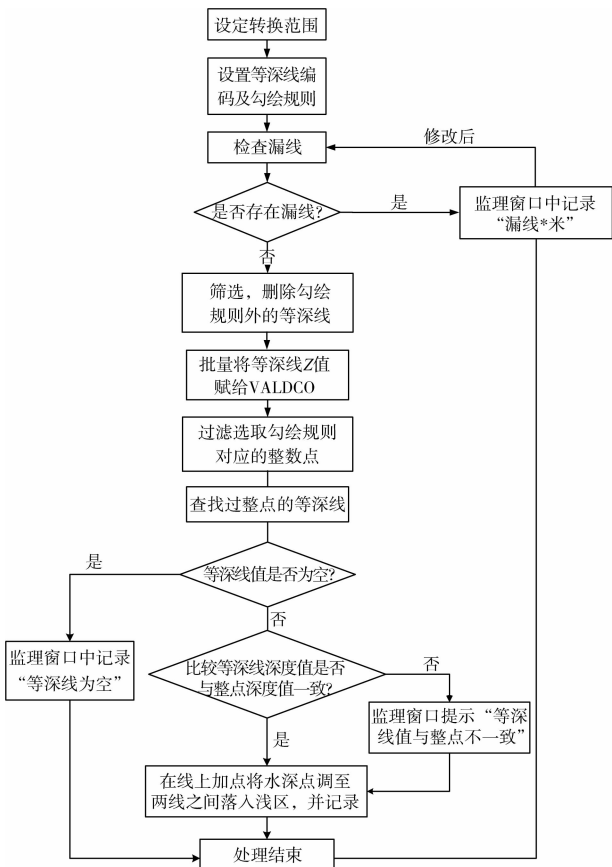


图 5 等深线转换流程

的数字代表水陆分界线的值), 执行漏线检查。参数设定如图 6 所示。



图 6 等深线转换操作界面

漏线检查结果如图 7 所示, 制图员可根据检查结果对数据进行修改。

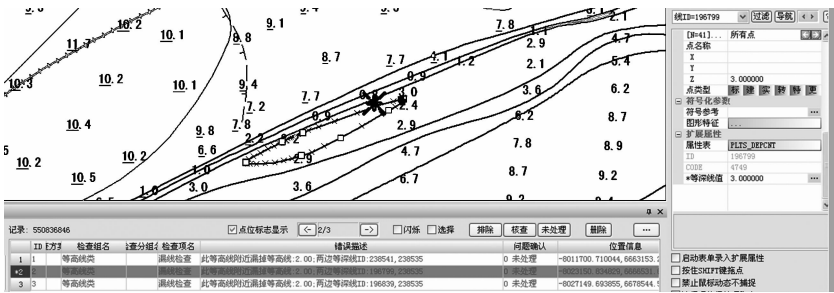


图 7 漏线检查效果图

执行图 6 功能界面中的线处理工具，可以删除勾绘规则以外的等深线，将等深线 Z 值赋给扩展属性 VALDCO，将整点调整至浅区。图 8、9 为整点调整至浅区的前后情况对比。

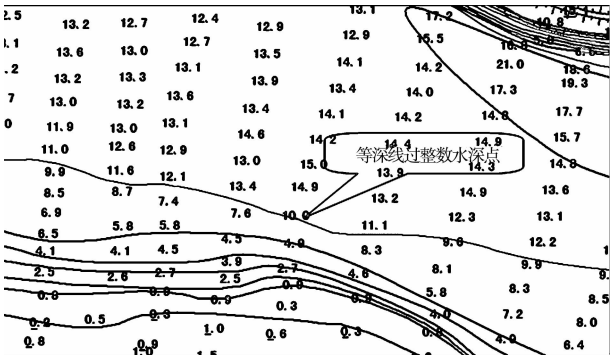


图 8 执行前等深线过整点效果图

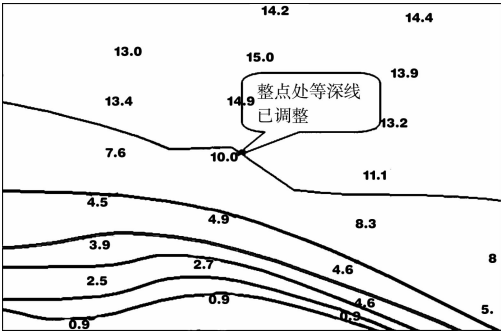


图 9 执行后整点落浅区效果图

2.3 地物要素更新

地物要素的变化分为 3 种情况：删除、新增及属性修改。以某一个要素为例，更新前，将数据以原始数据方式保存，这类似一个旧的文件；然后，在将数据按更新模式输出时，遍历输出范围内的所有要素，与旧文件进行匹配；最后，根据匹配结果，判断对要素的操作是修改、新增、还是删除^[3]。

为了让程序能够识别要素的变化，需要为每个要素新增“FeatureGUID”扩展属性，作为其唯一标识，再根据清华山维属性表中的基本属性“创建时间”和“修改时间”两个字段，记录对要素的各种操作。其功能描述见表 4。

表 4 地物要素更新功能

功能名称	Edb 文件对比
输入	地物要素数据
处理	根据要素的 FeatherGUID,修改时间,进行新旧 2 个 edb 工程之间的对比
算法描述	根据工作人员的修改情况形成增、删、改、未变 4 个 edb 工程
输出	增、删、改、未变 4 个 edb 工程文件

具体操作方法是，用户在进行修测前，点击保存更新备份的数据，即可对当前数据进行修测。修测完成后，执行文件菜单——输入输出——按更新模式输出数据，即能完成增、删、改、未变 4 个 edb 文件的自动输出，一键完成地物要素更新的处理。

3 使用效果

长江电子航道图数据预处理快速更新工具完成后，首先在长江航道测量中心内部进行试点，获得良好的反响。使用前后的效果对比如图 10 所示。

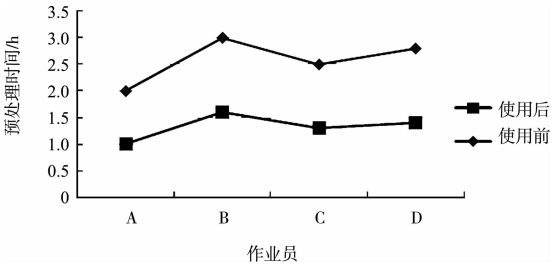


图 10 工具使用前后情况对比

从图 10 可以看出，使用长江电子航道图数据预处理快速更新工具，各作业员的绘图时间缩短了一倍多，工作效率大大提高，达到了预期效果。

4 存在问题及后续发展规划

- 1) 水深点更新范围线自动生成功能中，在数据条件复杂的情况下，易出现小圈型范围线，需人工剔除；
- 2) 等深线转换功能中，漏线检查在数据折线化处理后更准确，而折线化处理会为清华山维图面增加节点，对数据量的大小产生影响，未来需要考虑其他优化算法；

3) 地物要素更新功能中, 每一次更新都需要用到上一次的结果, 这要求人工对每一次的预处理结果进行妥善保管, 否则, 可能出现结果错用造成更新遗漏的情况。未来考虑建立数据库对各地物要素进行管理, 可避免此类错误。

5 结论

1) 通过对数据预处理更新各个环节的分析, 得出需要优化的 3 方面内容, 在此基础上, 分别设计和实现了针对水深点更新范围线生成、等深线转换以及地物要素更新的工具。

2) 实际应用表明, 该工具能够较好地提升电子航道图的预处理效率, 能大大减轻预处理人员

的工作量, 提高电子航道图的生产效率。因此, 本研究成果具有较好的推广和应用价值。

数据快速更新问题的研究, 对长江电子航道图的推广应用意义重大。

参考文献:

- [1] 王晓华, 杨婷. 浅谈清华山维 EPS2008 在十二五基础测绘更新中与 GEOWAY DRS 的比较[J]. 现代测绘, 2013(1): 58-59.
- [2] 李国武. 浅谈 1:10 000 基础测绘快速更新[J]. 测绘与空间地理信息, 2012(10): 180-183.
- [3] 张鹏程. 广州市基础地理空间数据库建库及动态更新关键技术研究[J]. 城市勘测, 2009(6): 11-14.

(本文编辑 郭雪珍)

(上接第 66 页)

目前, 长江干线电子航道图采用集中方式进行数据生产, 源数据采集单位(区域航道局)将原始制图资料进行预处理后, 提交给数据生产单位(长江航道测量中心)进行后续的源数据生产、ENC 生产、产品质检及入库等。利用该生产系统, 长江航道局已经实现了电子航道图数据的快速更新。其中, 重点河段每月更新 2 次, 一般河段每季度更新 1 次, 长河段每年更新 1 次, 达到了年平均生产 1 000 余幅电子航道图的生产能力。

4 结论

长江电子航道图生产系统基于唯一源数据库, 通过 ArcGIS 二次开发技术, 实现了电子航道图数据的统一管理以及产品数据的快速、批量生产与更新。

1) 基于 ArcObjects 二次开发技术, 在 ArcGIS 平台实现了 CJ-57 数据模型的快速定义与扩展, 是长江电子航道图标准在中国内河的首次应用。

2) 通过构建长江航道要素编码与 CJ-57 数据模型的映射关系, 实现了水深、航标、航道地形等多源异构数据的快速批量入库, 为长江电子航道图生产系统的数据快速更新提供了有利条件。

3) 利用 ArcObjects 二次开发技术实现了电子航道图中关于主要地理物标的自动化编辑、生成与处理, 可有效提高数据生产的效率。

4) 采用基于过程的质量控制技术, 对 CJ-58 质检规则进行分类, 分别在数据预处理、源数据生产、产品数据生产等阶段对数据进行质检, 显著提高了产品数据的质量。

参考文献:

- [1] 徐硕, 何明宪, 彭文. CARIS HPD 软件制作长江电子航道图源数据技术方法[J]. 水运工程, 2012(1): 26-29.
- [2] JT/T 765—2009 长江电子航道图制作规范[S].
- [3] 徐硕, 彭文, 周冠男, 等. 长江电子航道图航道要素脱密处理方法[J]. 水运工程, 2013(2): 133-136.

(本文编辑 郭雪珍)