

CARIS HPD 的海图数据组织方式研究

张育红
(天津海事局海测大队)

【摘要】CARIS HPD 是在高效运行的数据库中维护产品源数据和产品数据的海图数据库解决方案。CARIS HPD 在海道测量数据管理中的应用是全方位的，本文着重讨论其数据组织方式及海图管理策略。CARIS HPD 海图数据组织方式改进以往纸海图与电子海图重复建立数据的弊端，使用统一数据库实现数据通用性，并基于面板实现了不同比例尺数据的整合。研究从整体上探讨了 HPD 的海图数据组织方式，为下一步开发国产软件提供了借鉴。

【关键词】CARIS HPD 海图数据组织方式 数据模型 航海用途

1. 引言

近些年来，由于海道测量技术的发展——主要包括竖直波束回声测深仪、多波束测深系统、机载激光测深系统、侧扫声纳的深入应用，海道测量获得的数据越来越多，如何整合，组织，管理“海量的”测量数据并方便的应用于海道航行图的成图及电子海图的生产已经日益成为制约海洋测绘的瓶颈问题。

另一方面，随着地理信息系统成为空间信息管理的新手段，使用相应的 GIS 工具和策略来管理海图数据的需求日益旺盛[1-2]；且已经有 GIS 开发商为之提供了服务产品，CARIS HPD 就是其中之一。

2. CARIS HPD 简介

加拿大 Universal 公司是全球知名的海道测量相关技术提供商，它提供了海道地理信息系统 (GIS) 软件和涉及海陆内容的工程空间信息解决方案。下图是 CARIS 海道测量数据库解决方案：

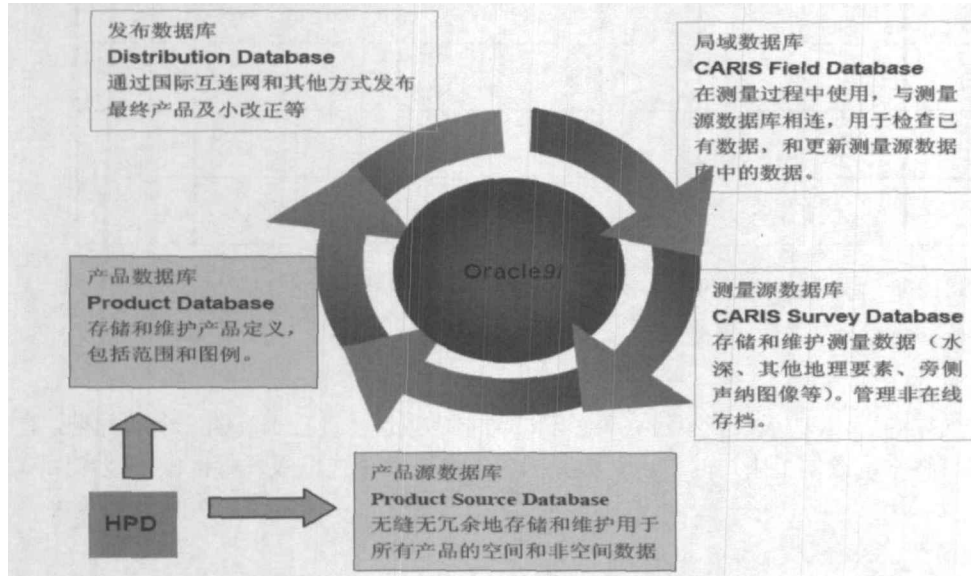
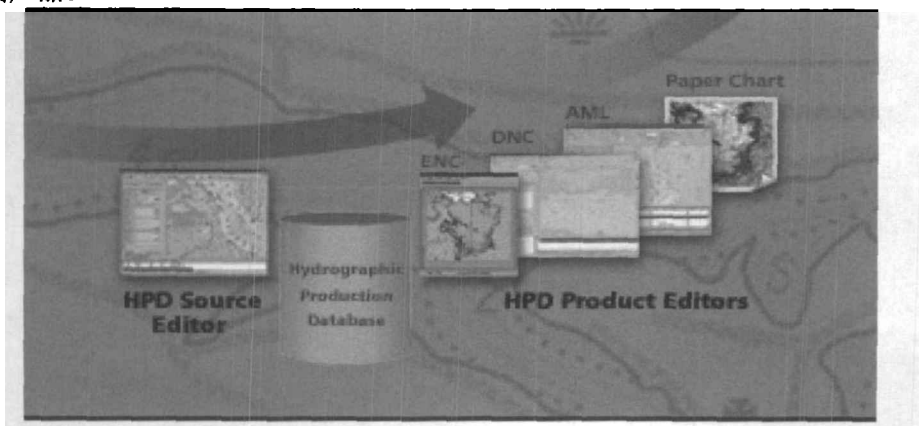


图1 CARIS海道测量数据库解决方案

经过十几年的研究和开发，CARIS 公司于2003年10月16日发布CARIS HPD (Hydrographic Production Database) 2.0版本。CARIS HPD是CARIS公司发布的一套独立而完整的航测生产数据库解决方案。HPD对航测源数据和产品数据进行集中存储，提供了一系列航测数据的管理手段，并能够生产电子海图、纸海图、AML、DNC等海图产品。



CARIS HPD 为海道测量机构和其他组织提供了一个创新和有效的方式, 该方式可用于管理海道测量数据, 使其有一个完整的数据库驱动环境。CARIS HPD 的数据管理和产品生产是在一个无缝数据库解决方案中实现, 该方案使用了 Oracle® 数据处理。HPD 是一整套为维护源数据和生产多种航海产品, 使其满足国内和国际条例而提供有效服务的产品。该无缝数据库为多用户提供了同步数据处理和 workflows。

CARIS HPD 数据库为存储源数据、并从源数据衍生多种类型的产品提供了解决方案。维护资源数据库和产品数据库之间的固有关系使得两个数据库之间的任何变化都可以被跟踪, 这是由于整个 CARIS HPD 解决方案都是基于相同的数据模型。

要素仅存储一次, 且可应用于不同产品的多种表达, 这些都使得数据存储效率最大化。HPD 产品编辑器从相同的数据库中获得源数据用于生产产品。源数据更新后自动可更新多种产品。在不影响源数据要素的情况下可以制作特殊和专用化产品。

3. CARIS HPD 海图数据框架

3.1 现状分析

目前海事测绘部门使用的海图生产软件是加拿大 UNIVERSAL 公司的 CARIS (computer aided resource information system) 机助制图系统, 在 CARIS 中, 由于汉字注记是作为 NAME 类型输入的, 它没有提供一个长、宽输入功能, 而且底层数据结构中, 也没有提供长、宽参数, 因此无法实现中国海图图式中的变形汉字功能。

为了既能利用 CARIS 的强大海图编辑功能, 又可以符合海图图式中对汉字的要求, 通过海图专家的努力, 目前采用第三方软件 MapGIS 来处理汉字问题。一幅海图由点、线、面三部分组成, CARIS 负责处理线型、水深和区域, 符号化后导入 MapGIS, 在 MapGIS 中加入汉字注记, 且点线面合一, 然后输出印刷出版文件, 送印刷厂出版,

CARIS 处理好的图, 不能直接出图, 而是全部线型化后通过数据转换软件导入 MapGIS, 在 MapGIS 中添加汉字注记, 然后生成印刷出版文件, 交印刷厂印刷。因此, 在这个过程中, 数据进行了新的处理, 最终成果除了保存 CARIS 文件外还需保存 MapGIS 文件。同时由于汉字文件和线型文件不能在同一软件中处理, 因此, CARIS 中针对注记的功能得不到发挥 (如屏蔽功能), 最为关键的是, 由于数据需要在 CARIS 和 MapGIS 两个系统间不断地相互转换, 作业繁琐, 有时会出现新的错误已经改正, 而上次需要修改的错误仍存在的情况, 增加了制图工艺的复杂性, 影响了成图质量。

3.2 CARIS HPD 解决方案

完整的 CARIS HPD 解决方案包括以下几部分: 源数据库、产品数据库、数据模型及相关程序 (HPD Server、Administration Tools、Project Manager、DataLoader、Source Editor、S-57 ENC's Editor、Paper Charts Editor 等)。

CARIS HPD 数据库 (HPD DataBase): 包括源数据库 (Source Database) 和产品数据库 (Product Database) 两部分。源数据库用于管理源数据, 包括空间数据和非空间数据; 产品数据库存储和管理产品定义数据, 如图幅信息、海图图饰等。两个数据库集成在一起并相互关联, 因此, 源数据库中特征对象的更改也会引起产品数据库的相应改变。此外, 由于系统采用 Oracle 空间数据库 (Oracle Spatial), CARIS HPD 继承了 Oracle Spatial 在空间数据存储、管理上的强大优势。

HPD Server: 用于在 Oracle Spatial 中创建和维护数据模型。利用无缝关系数据库消除数据冗余和有效跟踪源数据和产品数据的变化。按照 S-57 数据结构, HPD 数据模型将物标对象存储为一个描述特性和空间特性的组合体。包括用户管理、用例 (Usage) 管理、数据字典创建、项目 (Project) 管理、数据导入等功能。

HPD Source Editor: 为 HPD 产品编辑器准备并提供源数据。有效的维护数据表现, 通过一系列对数据几何和描述属性的有效性检查来确保数据质量。允许读取 S-57、CARIS HOB、CARIS FILE、BSB、GeoTIFF、TFW、DGN、CRL 和 SHAPE 文件来创建和编辑特征对象。通过创建图层来组织和管理数据, 并可以根据特征的几何、类型、属性、FOIDS 或状态来选择。能够新增点、线、面、复杂的面和线、组合对象等特征, 并自动创建物标主从关系。

HPD S-57 ENC Editor: 提供了一套复杂的工具来支持由源数据生成 S-57 ENC。也可以定制产品特征对象, 但并不改变源数据。提供自动质量控制检查, 以确保符合 S-57 标准。电子海图工作者可以从源数据中, 截取特定区域范围的 S-57 ENC, 使用熟悉的 HPD 编辑工具来创建产品级特征。能够打开已有 ENC, 与数据源进行比较, 并标识出新增、修改或被删除的特征。此外还能利用 S-57 ENC 输出向导, 获得 ENC

基本单元、小改正、再版和新版。

HPD Paper Chart Editor: 和创建 S-57ENC 一样, 利用相同的源数据库创建纸海图, 从而减少数据的复制和维护。HPD Paper Chart Editor 创建基于 IHO INT1 和 INT2 规范的纸海图, 同时也支持符合用户需求的自定义图示规范。

CARIS HPD 与传统基于文件的海图生产模式的区别:

传统的海图生产模式是基于文件的, 即所有的航测源数据、生产数据、产品数据都基于文件来存储。与基于文件的存储方式相比, CARIS HPD 基于数据库的存储方式有巨大的优势, 优势如下:

客户端/服务器模式:

支持多用户并发, 在修改数据时采用特征对象锁定来避免数据冲突;

提供特征数据的认证和跟踪机制;

特征只有被认证, 才能用于海图生产;

支持数据历史版本存储和管理;

单一特征只存储一次, 减少数据冗余;

特征修改会对所有比例尺下的数据产生影响, 包括海图产品;

强大的数据备份、恢复、一致性检查功能。

基于HPD的航测生成流程:

与目前海事测绘制图流程中先出纸海图再出电子海图不同, HPD 提出了一个共用源数据的概念, 即先有统一的基于 S-57 的源数据, 再由源数据生产纸海图和电子海图。因此, 基于 HPD 的内业生产流程分为两大块: 源数据生产和海图产品生产。

3.2.1源数据生产

源数据生产主要利用Source Editor来完成, 为生产纸海图或电子海图准备基础数据。

源数据生产包括以下三个工序: 原始数据导入、源数据制作、源数据质检。

原始数据导入: HPD 能够获取多种原始数据, 这些原始数据经过一定工序后就成为可供海图制作使用的源数据。HPD 的数据导入方式主要有:

批量或选择性导入 S-57 电子海图文件 (.000) 或 CARIS HOB 文件 (.hob);

导入文本格式文件, 如灯标、障碍物、助航标记的文本文件;

通过 ODBC 导入其他数据库的海图要素;

此外, 还能从 CARIS files (.des)、DGN (.dgn)、Shape 文件 (.shp)、AutoCAD 文件 (.dwg, .dxf) 文件中读取数据;

源数据制作: HPD Source Editor 提供了一整套便利的源数据显示、查询、编辑、校验、认证的工具;

编辑器通过创建图层来组织和管理数据, 可以新增点、线、面、复杂面、复杂线及组合几何体等特征物标, 并能自动创建物标主从关系。

可以通过使用文字或图形注记对物标进行变化跟踪, 便于生产人员的信息提示。

一系列 S-58 电子海图数据有效性检验工具能够确保数据空间和描述属性的有效性, 从而提高生产质量。

HPD Source Editor 的具体功能这儿不作赘述。源数据都是无缝存储的, 没有图幅的概念。HPD 支持多用户并发操作, 但当一个物标在被编辑时, 系统将对其进行锁定, 其他用户无法对其进行编辑, 这有效的保证了数据的一致性。

需要强调的是, HPD 的源数据是基于 S-57 规范来制作和存储的, 因此, 标准电子数据制作在 HPD 整个生产流程中占据了重要的位置, 负责源数据生产的工作人员既不是传统意义的纸海图生产者, 也不是传统意义上的电子海图生产者。

源数据质检: HPD 拥有一套数据认证 (Certification) 机制, 对源数据的制作流程进行跟踪和管理。物标一旦改变, 都会处于待审核状态。只有检验合格的物标才能真正成为可用于生产的源数据。

该机制的目的就在于对源数据进行质量检查, 以保证源数据的生成质量, 从而也间接的控制了纸海图、电子海图产品的质量。

3.2.2纸海图产品生产

源数据的生产只是为航测生产提供了一个强大的航测要素的基础数据库, 要将源数据变为产品必须进行纸海图生产和电子海图生产工序。HPD 分别为纸海图、电子海图生产提供了 Paper Chart Editor 和 S-57

ENC Editor 编辑工具，生产人员可以从源数据库中调用相应图幅范围的源数据进行海图制作和打印。和 Source Editor 一样，两种产品编辑器提供了丰富的数据显示、查询、编辑、校验、认证的工具。海图生产人员可以对数据进行修改或图饰，但源数据并不会改变，所得海图数据会存储于 HPD 产品数据库中。

电子海图生产者可利用 S-57 ENC Editor 的 S-57 ENC 输出向导，获得 ENC 基本单元、小改正、再版和新版。由于源数据本身就是符合 S-57 规范的，所以相对于纸海图来说，电子海图生产要更为简便。Paper Chart Editor 创建基于 IHO INT1 和 INT2 规范的纸海图，同时也支持符合用户需求的自定义图示规范。

与源数据生产环节一样，HPD 也为纸海图和电子海图生产增加了“认证”环节。两种产品的质检人员可以通过该工作流程对海图产品进行检查。

3.3 HPD 数据模型

数据模型是对现实世界部分现象的抽象，他描述了数据的基本结构及其相互之间的关系和在数据上的各种操作，是数据库中关于数据内容和数据间联系的逻辑组织的形式表示，以抽象的形式描述和放映一个部门或系统的业务活动和信息流程[2]。数据模型是数据库存储的核心部分，是数据组织的方式。并定义了数据库的作用机制、约束。

数据模型必须是开放性，可满足所有必要的信息表达的需要，同时应具备可扩充性以便需要时能适用于扩充的对象。

数据模型的设计还应充分考虑到与已有软件或已推出产品类型的兼容性。应用程序必须能从数据库参照数据模型将数据读取出来，并可以把数据库数据输出为目标产品的定义格式。纸海图生产程序必须能从数据库中读取数据以资编辑和打印。同时必须考虑到对将来境况的兼容性，例如：作为 S-57，当前的 3.1 版本使用 ISO8211 标准作为交换格式。但是，也许将来 S-57 要用 ISO 标准 TC211 作为标准来代替 ISO8211。数据库应保持其通用性，只有数据交换程序需要重写数据以支持新的数据交换格式，而数据库中的数据不需要变更。

CARIS HPD 方案所用的数据模型设计为可处理 S-57 中所提到的改动和扩充[3]。由于大部分海道测量机构也要操作本国（所规定）的信息，这些在 S-57 中并没有定义，因此，数据库中的数据模型具有足够的可扩充性以存储这些附加的信息，这是十分必要的。

CARIS HPD 数据库和数据操作程序的设计保证了每个独立的部分能被改动。这样，各国海道测量机构可以直接在数据库中存储本国或本组织定义的信息。现在在用 CARIS HOM 生产 S-57ENC 的 CARIS 用户，已经从已有的与此相类似的功能中受益，这些功能使他们能够自定义所需要素及其属性，而且把他们与 S-57ENC 的“真实”数据一起显示和编辑。S-57 数据模型还与汇编型数据模型联系紧密，HPD 数据模型被设计为 S-57 和汇编模型的交集以便支持其中的一种或两中类型的数据。这对必须同时提供 S-57 和汇编格式的海道测量机构来说是一个明显的优势。

S-57ENC 的更新是严格按照 IHO 有关标准、规范进行的矢量数字海图更新。按照 IHO S-57 和 S-52 的规定，ENC 数据的更新是一种不间断的逐期式更新。所谓逐期式更新就是指，对某一海图的第 n 次改正针对的是原图在实施了前 n-1 次改正后要施加的改正，这样更新数据的数据量通常比较小，容易借助有线或无线网络实现对更新数据和更新指令的传输。

下图为 HPD 数据模型^[4-5]

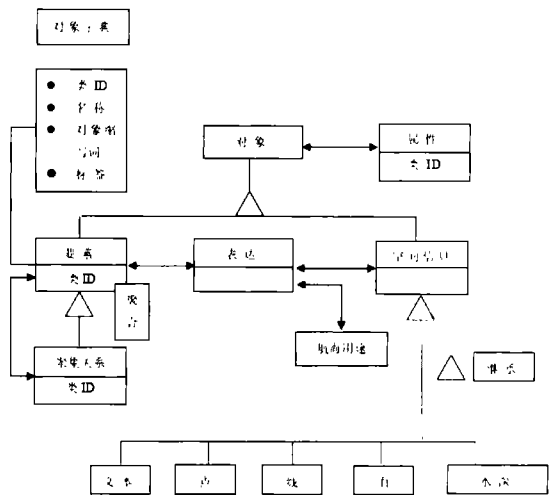


图2 HPD数据模型

3.4 以面板为基础的海图产品数据组织

面板 (Panel) 是 HPD 用来组织具有相同数学基础的空间数据的一个框架, 一张纸海图可以包含一或多个面板, 这些面板可以具有相同或不同的数学基础。面板与航海用途层密切相关, 一个面板创建后, 会有一项检查, 确保面板的比例尺落入航海用途比例尺的最大最小值之间。

面板首要的属性是面板边界 (Panel Boundary), 它规定了面板的地理范围。在 HPD PCE 中有多种方式可以创建面板边界。此外还包括比例尺、投影等数学基础及面板名称, 面板编号, 相对于原点的位移等属性特征。

3.5 HPD 与 CARIS 相比较

基于 HPD 的海图生产系统与 CARIS 相比较主要具有以下几个重要优点:

(1) 实现了电子海图和纸制海图的同步生产, 降低了出错率。通过对符号库的功能设计及制图程序的调整, 在得到海图数据库的数据后, 可以同时生成电子海图和纸质海图。

(2) 出图周期缩短, 极大地提高了生产效率。该系统纸质海图的生产不需要大量的人工修改和再编辑, 同时不需要对纸质海图的规则进行了解, 降低了作业员的要求。而原有的生产流程, 必须对数据进行大量的人工修改, 通过复杂的工序才能得到纸质海图。

(3) 保证了数据的唯一性, 真正实现数据库管理。该系统不需要经过数据格式的转换, 避免了信息的损失, 也保证了数据的真实性和完整性。

(4) 降低成本, 操作简单。由于缩短了流程工序, 减少了人工修改, 大大降低了出图成本。同时, 该系统的操作简单有序, 对于初学者很容易熟练操作, 系统同时还具有一定的查错功能。

基于 HPD 的海图生产系统, 是利用现代的数字海图制图技术, 直接采用数字海图数据自动生成纸质海图印刷原图的完整解决方案。与 CARIS 相比, HPD 系统是充分利用信息资源、提高生产效率的有效途径, 它是对现有海图工艺理念的一种革新, 也是真正实现海图数据库的一个非常重要的环节。

基于 HPD 的海图生产系统的实现首先依赖于制图理念的改革, 对制图工艺进行了改进。其次, 充分利用了 HPD 提供的工具和开发功能, 是对地理信息的更深层次的理解。从而真正实现了海图数据库的管理, 使海洋测绘数据库工程的应用成为可能。

4. 结论

CARIS HPD 提供了完善的海图生产, 管理工作流程和应用工具, 为海事管理部门提高生产, 维护, 更新, 应用海图的效率提供了坚实的保障, 其应用优点是全方位的, 包括海图管理, 海图制作, 海图发行, 海图更新等各方面。本文着眼于深入研究和理解如何高效的组织, 管理海图数据, 着重探讨了 CARIS HPD 的海图数据管理策略。通过以上研究, 可以深入理解信息时代——特别是 GIS 成为空间信息管理的主流技术后, 海道测量数据管理、应用方面产生的新变化, 为我们下一步自主开发国产的海道测量数据管理和生产软件提供了经验和借鉴。

参考文献:

- [1] 翟国君, 黄谟涛, 许家琨等. 海洋测量信息处理系统[J]. 海洋测绘, 2002 (5): 28~31
- [2] 胡鹏, 黄杏元, 华一新. 地理信息系统教程[M]. 武汉大学出版社, 2002
- [3] 周程熹, 赵德鹏等. 电子海图及其应用系统国际规范和标准[M]. 大连海事大学出版社, 1999
- [4] CARIS, CARIS HPD Paper Chart Editor Reference Guide[M], 2007
- [5] CARIS, CARIS HPD Source Editor Reference Guide[M], 2007
- [6] CARIS, CARIS HPD Administration Tools Guide[M], 2007
- [7] 王厚祥, 李进杰. 海图制图综合[M]. 测绘出版社, 1999