



长江航道数据交换模式 与通信协议设计及测试*

吕永祥^{1,2}

(1. 长江航道局, 湖北 武汉 430010; 2. 国家内河航道整治工程技术研究中心, 湖北 武汉 430011)

摘要: 随着长江数字航道建设的不断深入, 覆盖长江干线航道的电子航道图已正式对外推广应用, 对长江航道数据交换标准及通信协议提出了新的要求。制订了长江航道数据资源的规划策略, 分析了长江航道信息网络的实际需求, 设计了相应的长江航道数据交换模式与通信协议。开发了数据交换及通信协议测试平台, 实现实时数据监测和终端协议分析等重要功能。

关键词: 数字航道; 数据交换; 通信协议

中图分类号: U 115 文献标志码: A 文章编号: 1002-4972(2016)01-0043-05

Design and test for exchange model and communication protocol of waterway data in the Yangtze River

LYU Yong-xiang^{1,2}

(1. Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430010, China;
2. Technology Research Center of National Inland Waterway Regulation Engineering, Wuhan 430011, China)

Abstract: With the deepening of digital waterway construction in the Yangtze River, the electronic channel charts covering the Yangtze River channel have formally external application. It put forward the new requirements on the exchange standard and the communication protocol of waterway data in the Yangtze River. This paper made the planning strategy for the Yangtze River waterway data resources, analyzed the actual demand of the Yangtze River channel information network and designed the corresponding of the Yangtze River waterway data exchange model and communication protocol. In the end, on the basis of the work mentioned above, a test platform for data exchange and communication protocol was developed. It realized some key functions such as real-time data monitoring, terminal protocol analysis and so on.

Keywords: digital waterway; data interchange; communication protocol

信息化是长江航运发展的重点,“十一五”期间,我国启动了大规模的长江航道信息化建设,先后完成了长江航道信息系统一期、二期工程;长江南京至浏河口段数字航道与智能航运建设示范工程以及长江干线航道测量基础设施一期、二期工程等,进入“十二五”后又建成了覆盖长江

干线航道的电子航道图,大幅提升了长江航道的维护、建设和科研能力^[1]。

通过长期的航道信息化建设实践发现,长江数字航道和智能航道是一个庞大的信息系统集成体系,其数据采集的密集性、数据集成的复杂性、信息交换的多样性以及应用的广泛性都是水运行

收稿日期: 2015-10-16
*基金项目: 交通运输部信息化技术研究项目 (2013364548200); 湖北省自然科学基金创新群体项目 (2013CFA007)
作者简介: 吕永祥 (1959—), 硕士, 教授级高级工程师, 从事航道科技管理与信息化研究。

业中前所未有的^[2]。因此，必须建立相应的技术标准，以规范各层次的系统与信息网络平台建设，保证整个体系中各系统之间数据信息的有效交换，从而形成信息准确、资源共享、运行高效的数字航道管理与服务体系^[3]。

1 长江航道数据资源规划研究

1.1 技术路线

数据资源规划研究是一个全局性、系统性的复杂工程^[4]。本文以长江航道信息公共服务职能为基础，梳理了长江航道管理的业务流程和数据流程，识别了支撑航道核心业务的所有数据元素，在此基础上，抽象出稳定的数据模型，以数据为中心，进一步规划航道信息资源的管理方案。其技术路线见图 1。

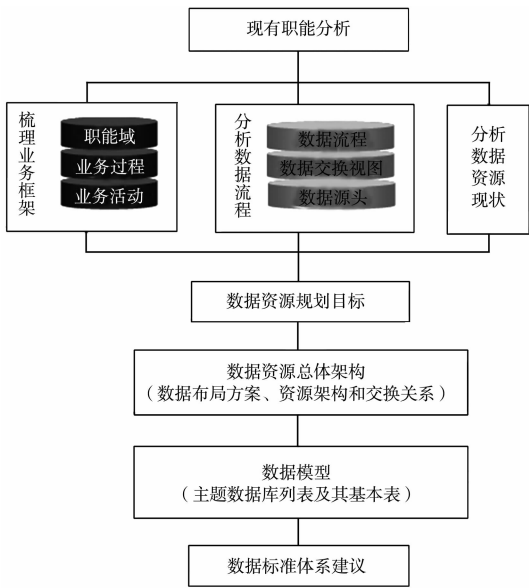


图 1 长江航道数据资源规划研究技术路线

1.2 资源规划分析

本文根据长江航道的业务职责和发展战略，按照“职能域-业务过程-业务活动”的层次结构对长江航道系统核心业务流程进行梳理和描述，实现了长江航道数据资源的规划。

1) 从长江航道局现有职能入手，收集所有的业务管理制度、规范，以及所有业务相关单证、账册及电子表格等，对长江航道的业务进行全局性的分析，明确本次长江航道信息资源规划所关

注的主要业务，合理划分职能域。

2) 列出各个业务过程的相关业务活动，在此基础上整理出相应的业务框架，确定长江航道的业务模型，包括职能域、业务过程及业务活动。

3) 针对所确定的业务模型及其详细业务活动，分析其数据流程，识别出航道主要业务所有数据元素，明确各级管理机构之间、业务之间的数据交换内容，并明确每一项共享数据产生的源头。

4) 分析航道信息资源及体系结构中存在的问题，明确航道数据资源规划的功能定位和指导思想，分析提出航道数据资源规划的目标。

5) 根据数据规范化理论和数据的内在关系，将核心业务所涉及的数据元素进行重组，明确航道数据资源的概念数据模型。

2 长江航道信息网络分析

信息网络是一切信息化建设的基础，只有通过建立统一、规范、高效、安全的信息网络平台，才能满足以电子航道图系统为中心的“数字航道”乃至“智能航道”建设的需要^[5]。本项目根据长江航道管理的发展实际，开展了长江航道信息网络分析^[6]。

随着长江航道信息化的发展和应用系统的推进，在区域跨度大、点多线长的长江航道建设网络和信息系统，迫切需要明确信息网络的发展需求，为信息化的应用铺就一条基础的高速信息通道。从业务情况来看，长江航道广域网需要适应以下几方面的特点：

1) 数据需要跨网传输。长江航道各管理单位的地理位置分散在长江沿线，日常业务数据的传输需跨越各单位局域网、通信局专网及总局机关局域网。

2) 覆盖地域范围广。各基层单位的地理位置分散在长江航道沿线各省市，分布地域范围宽广。

3) 网络服务对象范围广。长江航道基础网络需要实现与交通运输部的数据交换，与长航系统其他单位（如长江海事局、长江公安局、长江

航务局等）网络的互联互通，以及面向社会、企业、政府和公众的电子航道地图服务及航道信息服务等工作，并为统一的水上交通运输平台提供服务。

4) 有线与无线网络相结合。数字航道的建设与管理需要以大量的航道基础信息数据为支撑，包括水文、水位、航标状态、雾情、河床、视频监控等众多动态航道信息。这些航道信息数据由相应的信息采集终端实时采集获得，这要求长江

航道信息网络平台能够为动态航道信息数据的传输提供一个稳定、高效、安全的传输通道。因此，有线和无线网络相结合的组网方式，已成为长江航道信息网络平台的一个显著特征。

依据应用系统的服务对象范围将其划分为 3 类：面向公众用户的应用系统，面向长江航道系统内部用户的应用系统，同时面向公众用户和内部用户的应用系统。各类系统对网络的需求见表 1。

表 1 应用系统分类说明						
类型	服务范围	应用系统名称	有线/无线需求	安全需求	应用点分布情况	网络带宽需求
1	面向公众用户提供服务的 应用系统	航道综合信息服务系统	有线、无线相结合	与数据库交互的安全， 外部访问请求的安全	互联网	互联网接入带宽需求较大
		基本建设管理系统	有线、无线相结合	业务数据存储管理的安全性	各单位基本建设相关部门、 监理与施工单位	带宽需求一般
2	面向内部用户提供服务的 应用系统	航道动态监测平台	有线、无线相结合	采集数据传输的安全性	动态采集终端长江沿线分布	无线的视频数据传输带宽要求高
		航道维护管理平台	有线	数据库安全性	航道维护相关部门	带宽需求一般
		应急指挥平台	有线、无线相结合	数据库安全性	应急指挥相关部门	带宽需求较高
		OA 系统	有线	业务数据存储管理的安全性	各级单位	带宽需求较小
		船舶机务管理系统	有线、无线相结合	业务数据存储管理的安全性	各单位船舶机务与施工管理部门	带宽需求一般
		人力资源系统	有线	数据库安全性	人力资源部	带宽需求小
3	同时服务于公众用户与内部用户	统一电子航道图系统	有线、无线相结合	数据安全级别不同	互联网及内网	地图数据传输的带宽需求

3 长江航道数据交换与通信协议设计

3.1 数据分类

为了便于系统的扩展和运维的方便，将所交换的数据分为管理数据流和业务数据流，并进行分离，以便简化日常的维护管理作业。

1) 管理数据流。包括终端的详细信息（例如工作电压电流、电池信息等）、周围环境相关信息（例如温度、湿度等）及通讯相关信息内容（例如通讯设备状况、通讯信号强度等）。管理数据将提供至通讯管理及设备维护等专业人员使用，以确保业务数据传输的稳定性及可靠性。

2) 业务数据流。作为航道业务数据的专用传输数据流，将承载航道用户所需的航道专业业务

数据，这些数据将最终提供至行业用户使用及对外服务发布。

3.2 数据交换传输模式

围绕两种数据流，根据航道的具体应用形成两种传输模式：管理流-业务流并行模式和管理流-业务流分离模式，两种模式可根据现场实际情况灵活使用。

1) 管理流-业务流并行模式。

管理流-业务流并行模式逻辑结构见图 2。航道信息业务数据流及终端数据管理数据流都由终端发送给数据交换平台，由数据平台统一处理，再由数据平台转发给应用平台，各层业务管理人员通过应用平台获得具体的业务数据。

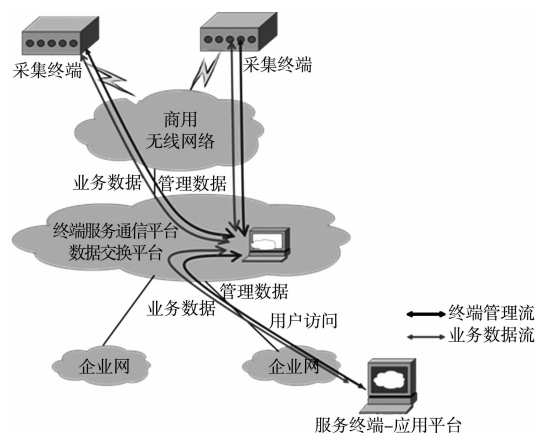


图 2 管理流-业务流并行模式

2) 管理流-业务流分离模式。

管理流-业务流分离模式见图 3。终端管理数据流由终端发送给数据交换平台，由数据平台统一处理；而航道业务数据流不经过数据交换平台，直接与应用平台进行数据交换。

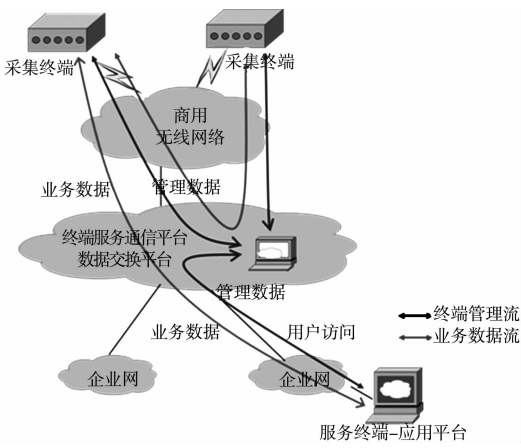


图 3 管理流-业务流分离模式

3.3 通信协议设计

数据通讯协议的设计，必须确保在整个数据交换过程中能够实现数据传递和信息管理，这包括对数据格式、同步方式、报文结构、工作机制等问题做出统一规定，并由通讯双方共同遵守。本文以长江航道数据资源规划中建立的长江航道局全域数据模型为数据交换的数据来源，采用 ASN1 标准中的 BER-TLV 格式编码对数据格式进行统一规范，制定了适用于长江航道信息采集和数据交换的 TLV 数据通讯格式，利用 TLV 的 TAG 值对长江航道数据交换中航道要素数据进行分类。

数据通信所采用的传输层协议可根据现场实际情况选择 TCP、UDP、SMS 中的一种或多种。航道信息服务终端与长江航道数据交换平台之间则采用 SOAP 协议进行通讯，使用 WSDL（Web Services Description Language）语言描述接口。

4 长江航道数据传输网络及其测试平台设计

4.1 数据传输网络设计

数据传输网络系统结构见图 4。

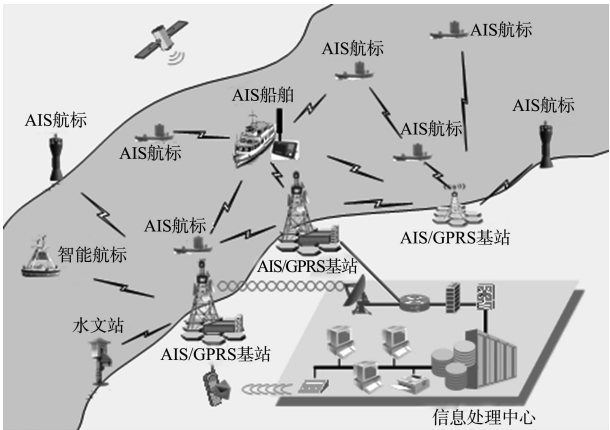


图 4 数据传输网络系统结构

为了保障长江航道内部业务系统的安全稳定运行，同时满足日常办公对互联网的需求，以及实现长江航道局的社会服务功能，本文将长江航道信息传输网络平台划分为内部业务网（简称内网）和外部业务网（简称外网）两部分。

内网整体上形成以长江航道局机关为核心的星型网络结构，由长江航道局机关局域网、各二级单位及其下属基层单位局域网、动态信息采集终端接入专网、以及互联的长江航道广域网组成。沿线的众多终端信息采集设备（如航标、水文、雾情、视频信息等），采用有线或无线专网的方式对动态信息采集终端实现网络接入，其中航标、水文、雾情、工作船等动态信息采集设备接入到二级单位；视频图像采集设备接入到三级单位。

外网是指长江航道管理部门各单位接入互联网从事日常工作的网络。各单位各自与互联网连接，相互独立建设各单位自己的外网。同时，在长江航道局机关规划建设一个对外服

务网，为社会公众和特定用户提供集中统一的信息资源服务，以满足数字航道统一的对外信息服务需求。

在各单位的外网采用层次化的网络结构设计，并从网络设备、通信链路、用户终端设施等各方面实现与内网的隔离。在外网和内网之间如果需要数据交换，可借助指定的移动存储设备在摆渡机上完成交互，从而保证安全性。

4.2 数据交换测试平台功能开发

长江航道数据交换测试平台主要包括两个功能，即：实时数据监测和终端协议分析。

实时数据监测界面自上而下由 3 部分组成，包括标题栏、GIS 地图以及功能区。

协议分析界面也由 3 部分组成：标题栏、终端列表、协议分析内容显示区，可完成需要进行协议分析的终端的添加和删除。终端列表的每一个条目，都代表一个需要进行协议分析的终端，每个条目都包含 4 个按钮：开始分析、停止分析、下载文件和清除内容。协议分析界面见图 5。

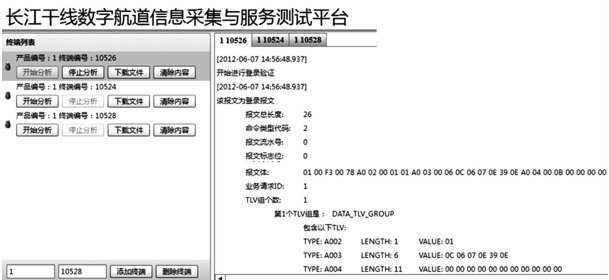


图 5 协议分析界面

5 结论

1) 利用“职能域-业务过程-业务活动”的层次结构对长江航道系统核心业务流程进行梳理和描述，实现了长江航道数据资源的规划。

2) 采用 ASNI 标准中的 BER-TLV 格式编码对数据格式进行统一规范，制定了适用于长江航道信息采集和数据交换的 TLV 数据通讯格式，利用 TLV 的 TAG 值对长江航道数据交换中航道要素数据进行分类。

3) 开发的长江航道数据交换测试平台包括实时数据监测和终端协议分析功能，可以有效评估航道要素数据交换的有效性。

参考文献：

[1] 严忠贞,严新平,马枫,等.绿色长江航运智能化信息服务系统及其关键技术研究[J].交通信息与安全,2010(6):76-81.

[2] 刘力,于秀娟,范垂荣,等.内河航道制图与电子航道图一体化生产[J].中国航海,2011(4):9-12.

[3] 孙星,吴勇,初秀民.船-标-岸协同下智能长江航运及其发展展望[J].交通信息与安全,2010(6):48-52.

[4] 李柏丹.长江航道数据资源规划[J].水运工程,2014(11):15-18.

[5] 杨品福.长江航道基本要素信息采集与服务数据交换技术[J].水运工程,2013(5):136-142.

[6] 杨品福.内河控制河段智能助航系统设计与应用[J].武汉理工大学学报:信息与管理工程版,2013(3):345-348.

(本文编辑 武亚庆)

(上接第 35 页)

参考文献：

[1] 焦爱萍,张耀先,封克俭.河工物理模型和泥沙数学模型的关系[J].人民黄河,2002(7):17-23.

[2] 交通运输部.全国内河航道与港口布局规划(2006—2020 年)[R].北京:交通运输部,2007.

[3] 张宏伟,刘猛,郭文华.河工物理模型 CAN 总线测控系统的设计[C]//中国海洋工程学会.第十五届中国海洋(岸)工程学术讨论会论文集,2011.

[4] 陈进,丁忠军,蔡崇锐.嵌入式河流模型多参数同步采

集与控制系统[J].传感器技术,2005(6):60-61.

[5] 刘杰,乐嘉海,杨永获.黄浦江河口潮汐物理模型控制与测量技术[J].水利水运工程学报,2004(2):68-71.

[6] 赵有皓,蔡辉,马虹蛟,等.大型河工模型智能化采集与控制系统[J].河海大学学报,1998(4):15-20.

[7] 裴金林.物模断面制作自动化研究[J].水道港口,2009(6):419-422.

[8] SL 155—2012 水工(常见)模型试验规程[S].

(本文编辑 武亚庆)