



长江航道基本要素信息采集 与服务数据交换技术*

杨品福

(长江航道局, 湖北 武汉 430011)

摘要: 数据交换规范是长江航道基本要素信息采集与服务的基础。根据长江数字航道建设规划顶层设计要求, 提出航道基本要素信息采集与服务数据交换平台架构, 分析当前现有航道要素信息采集与服务终端数据交换的技术需求, 制定适应于长江航道基本要素自动采集与服务数据交换规范化方案, 并建立信息采集与服务终端测试平台, 为下一步数字航道与智能航道工程建设提供技术支撑。

关键词: 数字航道; 航道信息采集; 航道信息服务; 数据传输协议

中图分类号: U 61

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)05-0136-07

Data exchange technology of Changjiang waterway element information collecting and service

YANG Pin-fu

(Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430011, China)

Abstract: It is the foundation for Changjiang waterway element information collecting and services to make data exchange protocol. According to the requirement of the Changjiang digital waterway planning, this paper puts forward the data exchange system, analyzes the technical requirement of current Changjiang waterway element information collecting and services, sets up the data exchange program, and establishes a test system for waterway element information collecting and service, to provide a technical support for the construction of digital waterway and intelligent channel.

Key words: digital waterway; waterway information collecting; waterway information service; data exchange protocol

“十一五”期, 长江航道按照交通运输部统一部署要求, 启动了长江航道信息化的大规模建设, 先后完成了长江航道信息化二期建设工程、长江南浏段数字航道示范工程等。进入“十二五”后又首先建成了覆盖长江干线航道的电子航道图, 并在此基础上开展了一系列智能化导航相关的智能航道应用功能^[1-2]。准确无误地实施采集航标、水位、能见度、流速流向等航道基本要素的动态数据是实现航道数字化、智能化

维护、管理与服务的首要基础功能^[3]。为了使各航段、各种类型的信息采集系统能够在统一的信息平台上有效地进行传输和交互共享^[4], 同时也为今后各系统的扩展应用打下基础, 有必要开展长江航道基本要素动态信息采集与服务数据交换技术研究。

1 长江航道基本要素信息采集与服务数据交换平台

1.1 架构

在长江数字航道建设总体规划中, 根据长江

收稿日期: 2012-10-23

*基金项目: 西部交通科技建设项目(201132854810)

作者简介: 杨品福(1977—), 男, 高级工程师, 从事航道信息化研究。

航道业务管理和信息服务的内容、对象、形式等要求，制定长江数字航道顶层设计总体框架如图 1 所示^[5]。由图 1 可知，长江航道基本要素信息采集与服务数据交换是数据交换共享平台的核心，可实现远程现场数据采集终端的数据交换、远程现场服务终端的数据交换。鉴于长江航道基本要素信息采集与服务终端的特点，需要数据交换平台通信必须利用包括公众服务网在内的各类型无线及有线网络，且数据交换要求高效、稳定、安全。据此，本文提出长江航道基本要素信息采集与服务数据交换平台架构总体框架，如图 2 所示。包括：1) 航道远程数据采集终端：使用商用无线网络与终端服务通信平台进行信息交换的通讯终端，包括航标灯遥测遥控、水位监测、船舶机务信息等设备；2) 终端服务通信平台：向下为终端提供数据交互、事件上报等接口，用于管理和配置航道终端的软件平台；3) 数据交换平台：为终端服务平台提供数据服务，为数据库提供对外接口，联通终端服务通信平台和服务终端的软件平台；4) 航道远程信息服务终端：为了提供多元化的数据业务处理，基于终端服务通信提供的接口而扩展出的业务处理平台。一个终端服务通信平台可以扩展多个远程信息服务终端。远程信息服务终端通过数据交换平台提供的数据交换服务与终端服务通信平台交互。

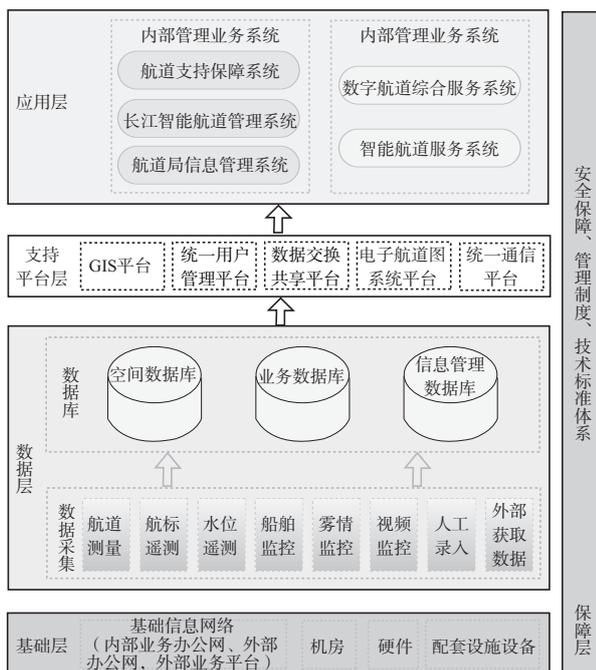


图 1 长江数字航道顶层设计总体框架

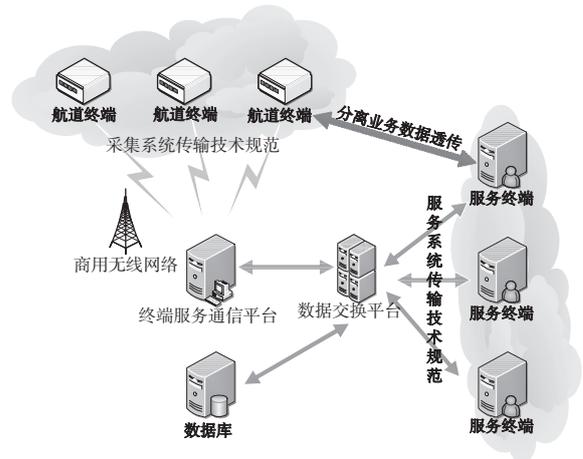


图 2 长江航道数据交换的总体框架

1.2 技术要求

长江航道基本要素信息采集与服务数据交换涉及物理接口和逻辑接口两个层面。物理接口方面，需对长江航道数据采集终端的电气特性、环境适应性、电磁兼容性等要素进行规范；逻辑接口方面，需规范长江航道数据交换的数据种类、通讯数据格式、数据交换通讯模式、数据交换承载协议等要素。下文将分析长江航道基本要素（航标与水位）远程信息采集与服务终端（电子航道图）数据交换的技术实际需求。

1.2.1 航标遥测遥控终端系统

航标灯航标遥测遥控终端的控制接口通过 4 芯防水航空接插件与航标灯直接连接，通过 485 数据线对航标灯进行遥测遥控，遥测遥控功能主要通过航标遥测遥控通信协议来实现，协议的主要功能描述见表 1 所示，航标遥测遥控所需的信息采集内容如表 2 所示。

1.2.2 水位遥测遥报终端系统

通过南浏数字航道工程水位终端示范应用探索，结合水位遥测遥报技术的业务需求，本文并对水位设备的功能需求进行了分析。水位终端的功能需求如表 3 所示，水位终端采集内容如表 4 所示。

1.3 电子航道图服务系统

长江干线电子航道图服务系统使用的原始数据主要有 3 类：航道基础数据、航标数据及水位数据。

航道基础资料数据包括：航道地形数据、

表1 航标遥测遥控终端通讯协议主要功能

功能项	描述
点名	中心控制航标进入点名模式,处于点名模式的RTU按较快频率发送数据。
轮询上报	RTU按中心设定的时间间隔定时向监控中心发送数据,航标状态的变化时也会上传一条数据。
报警机制	当航标出现位移、漂移时,或出现监测数据超过设定的上限、仪器关闭、遥测遥控终端RTU本身工作不正常时,及时按中心设定的报警策略和报警间隔向中心报警。
短信功能	当信号不稳、质量差、GPRS盲区或监控中心无应答等情况下而终端尝试设定次数GPRS联网传输数据不成功或收不到监控中心正确的应答时,将自动转为GSM网络,通过短消息上传数据
电话唤醒	中心控制对RTU进行拨号,唤醒RTU向中心发送数据。
J指令设置	中心通过J指令设置RTU工作状态、设置航标灯数据、设置航标基点信息。
M指令设置	中心通过M指令设置RTU密码、设置终端ID,服务器IP及短信通讯号码。

表2 航标遥测遥控信息采集内容

采集项	描述
GPS位置	
GPS扩展信息	
航标灯参数	航标灯工作标志位、标志寄存器、日光阈值、串口灯质、拨码灯质
系统状态	设备状态标识位1、设备状态标识位2、低功耗标志位
电气参数	静态电压、工作电压、工作电流、充电电压、充电电流
电量累计	充电电量、放电电量

表3 水位终端功能需求

功能项	描述
水位信息采集频率	10 min1次
前端存储功能	
水位显示图表	消除歧点、早八时水位高亮显示、界面简单易于操作
水位数据处理	半点时刻水位查询、每日最高潮位、最低潮位、八时水位特征统计、不同基面下水位显示转换、报表输出

表4 水位遥测遥报所需的信息采集内容

采集项	描述
水位测量信息	水位值、水势、测量方式
水位统计信息	日测量最高水位、时间,日测量最低水位、时间
设备电源	电压、电流
蓄电池信息	电压、电量百分百、充电电量

浅滩水道的分布及特征数据、航道养护状况、限航碍航物数据、临江建筑物数据、过江建筑物与过江管线分布数据、整治建筑物数据等。航标数据包括基本信息数据和异动信息数据两大类。航标基本信息数据主要包括:航标管理单位名称、航标名称与编码、航标标志类别、航标所在岸别、航标是否配置雷达反射器、标体颜色、航标光色、标灯灯质、标灯能源、航标构造、设标水深、标志视距、航标灯光射程、锚链长度、设标时间、设标地点经度坐标、设标地点纬度坐标、航标遥测号码、航标照片等内容。航标异动信息

数据:主要包括最近维护时间、航标是否发光、航道是否漂移、异动航标经度、异动航标纬度等内容。水位数据主要包括水位测量信息以及统计信息,与水位遥测遥报终端采集的信息一致。

2 长江航道基本要素信息采集与服务数据交换规范关键技术

在对长江航道基本要素信息采集与服务数据交换架构以及数据需求分析的基础上,制定数据交换规范需明确交换数据种类、通讯数据格式、数据交换传输模式、数据交换承载协议以及通讯

工作机制。

2.1 交换数据分类

根据长江航道信息化实际应用现状及未来数字航道与智能航道应用展望，为便于系统的扩展和运维的方便，本文将所交换的数据分为管理数据流和业务数据流。将通信数据划分为管理数据流和业务数据流后，可以更好地针对不同数据类型，选择更加合理的技术来实现其数据通信，从而为构建可靠的系统提供基础。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。业务数据流：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专业的行业用户使用及对外服务发布。

进行管理数据流和业务数据流分离后，将简化日常维护管理作业。设备专业维护人员仅需要处理和设备相关的管理数据流，以确保设备的正常运行；而航道专业技术人员将对业务数据进行分析等操作，无需关心设备的运行状态，使得一个设备专业维护人员可以维护包括航标、水位、雾情等不同类型的设备，为数字航道、智能航道建成后对维护人员的要求进行最大程度的简化。

2.2 数据交换传输模式

围绕两种数据流，根据长江航道信息化系统的具体应用，可形成两种数据交换传输模式：管理流-业务流并行模式和管理流-业务流分离模式。管理流-业务流并行模式：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。例如用户操作应用平台与数据交换平台进行管理数据流交互，通过数据交换平台发送管理数据流控制航灯终端进行航灯状态信息采集，航灯终端将航灯状态等业务信息以业务数据流形式发送至数据交换平台，再由数

据交换平台统一管理，根据业务需要处理业务数据，最终分发至对应的应用平台，其优点是：业务数据流由数据平台统一管理，可以较好的汇聚航道业务数据，统一管理数据交换，对应用平台的业务服务更为方面、直观，主要运用于航灯业务数据，水位、雾情等气象信息的采集、服务管理。管理流-业务流分离模式：终端管理数据流同样由终端发送给数据交换平台，由数据平台统一处理，不同于管理流-业务流并行模式，航道业务数据流不经过数据交换平台而直接与应用平台进行数据交换。实现管理流-业务流分离模式的通信方式，可以将管理信息和业务信息进行分离，从而为数据传输量大、数据实时性要求高的一些应用提供快速实现的方案，减少数据传输和交互的中间环节，提高系统通信的效率。例如带有航道摄像监控的终端依然接收来自数据交换平台的统一管理，但实时的航道图像信息及业务控制数据将直接与航道综合监控平台进行数据交换，不通过数据交换平台转发，其优点是航道业务数据可快速准确的发送至应用平台，数据实时性高。

2.3 数据交换承载协议

航标遥测遥控、水位监测、船舶监控终端等航道基本要素数据采集终端使用商用无线通讯网络与终端服务通信平台之间的信息交换流程及信息格式。传输层的协议可根据应用特点，选择TCP、UDP、SMS其中一种或多种。

航道信息服务终端与长江航道数据交换平台采用SOAP协议进行相互通讯，使用WSDL（Web Services Description Language）语言描述接口。

2.4 统一的通讯数据格式

通讯协议为了维护整个数据交换过程中的数据传递、信息管理，就需要对数据的传送控制进行一定的约定，约定中包括对数据格式，同步方式，报文结构、工作机制等问题做出统一规定，数据交换中通讯双方必须共同遵守。借鉴国内通讯行业的M2M先进技术，本文采用ASN1标准中的BER-TLV格式编码对数据格式进行统一规范，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。

通讯协议采用请求应答的同步方式进行报文交互。报文结构由报文头和报文体构成，其结构如图3所示。内容体由固定参数部分和可变TLV部分组成。TLV的结构如图4所示。其中T为

TAG，表示该数据结构的标签；L为LENGTH，表示该TLV扩展的有效数据或参数V的长度；V为VALUE，用于存储有效数据的数值。航标、水位等终端的业务数据均存储于TLV结构中。

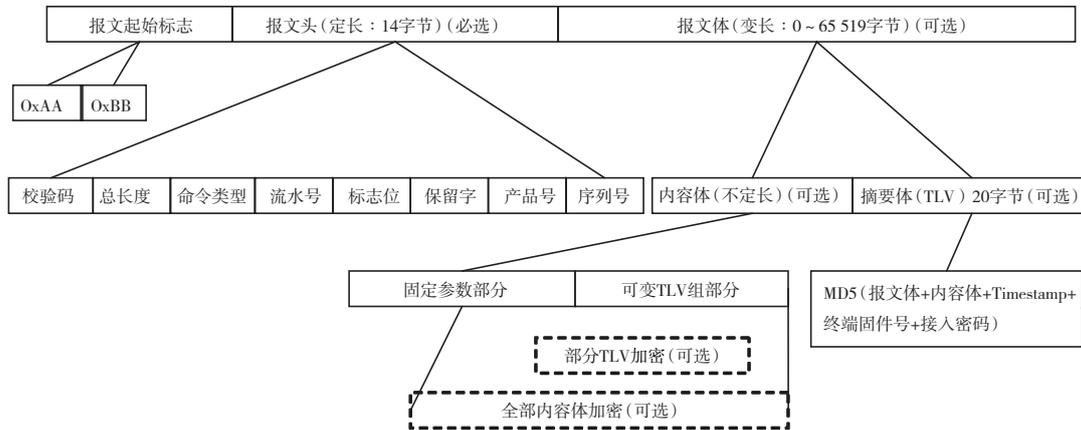


图3 通讯报文格式

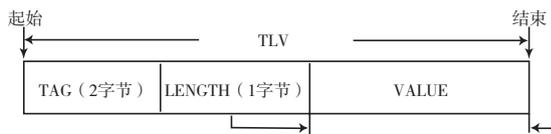


图4 TLV结构

2.5 统一的通讯工作机制

2.5.1 航道基本要素信息采集

航道要素基本信息采集数据交换通讯流程的工作机制如图5所示。

1) 注册机制：主要完成对终端服务的可用性、合法性进行验证，一般发生在终端第一次运行的时候。

2) 登录机制：为终端与数据交换平台建立数据交换连接所必须的机制，终端必须登录到数据交换平台才能与数据交换平台进行数据交换，且只有处于“已注册”状态的终端才能执行登录操作。

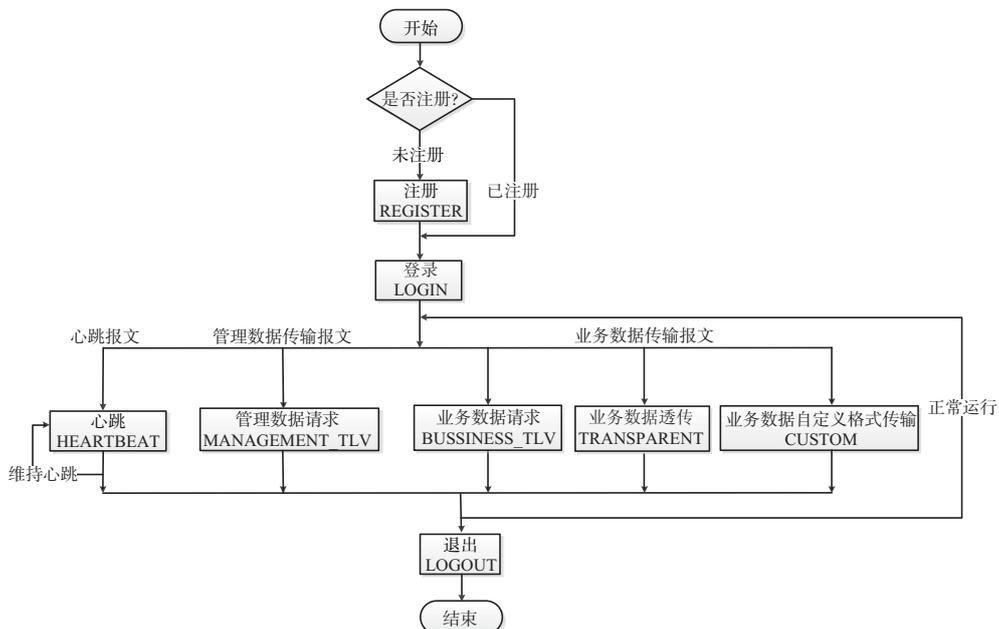


图5 数据交换通讯协议工作机制

3) 登出机制：提供了航道终端与数据交换平台数据交换业务结束的结束标志，处于未登录状态的终端将不能与数据交换平台进行数据交换。只有处理“已登录”状态的终端才能执行该机制。

4) 心跳机制：为维持终端登录状态，保持终端持续在线的工作机制。只有处理“已登录”状态的终端才能执行该机制。

5) 管理数据TLV请求机制：主要实现终端与数据交换平台间管理数据配置参数、安全参数的设置及获取功能。只有处理“已登录”状态的终端才能执行该机制。

6) 业务数据TLV请求机制：主要实现终端与数据交换平台间业务数据上报、终端配置参数设置及获取、远程遥控的功能。只有处理“已登录”状态的终端才能执行该机制。

7) 业务数据自定义格式传输机制：用于支持其它格式的报文，数据交换平台将根据上传的报文标识辨识报文种类，以此进行解析。只有处理“已登录”状态的终端才能执行该机制。

8) 业务数据透传机制：应用于数据交换平台直接转发原始业务数据至应用平台，不作任何处理。只有处理“已登录”状态的终端才能执行该机制。

2.5.2 航道基本要素信息服务

航道基本要素信息服务数据交换工作机制如图6所示。



图6 航道基本要素信息服务数据交换工作机制

航道基本要素信息服务中数据交换平台提供业务平台各类扩展业务的接口，用于帮助业务平

台实现自定义的一些业务需求，在保证终端与数据交换平台不受影响的情况下扩展丰富的业务需求。为了实现扩展的需求，数据交换平台主要提供以下功能：1) 协议触发器：为了满足业务平台特殊的快速影响所提供的一种协议报文级别上的回调机制。2) 终端核心协议服务：数据平台提供一个核心的终端请求接口，供业务平台直接发送终端协议报文至终端。3) 业务数据透传：实现终端与业务平台间的直接报文通讯，可以实现报文级别的扩展需求。4) 业务数据服务：数据平台为业务平台的扩展提供了业务数据查询等服务，帮助业务平台实现终端状态、终端数据的查询，为业务扩展提供基础数据。

3 长江航道基本要素信息采集与服务数据交换测试

为验证制定的航道基本要素信息采集服务数据交换规范可行性，本文搭建了长江干线数字航道信息采集与服务数据交换模拟测试平台，具体用于航标遥测遥控终端系统、水位遥测遥报终端等航道基本要素信息采集终端的测试。模拟测试平台由7个模块构成，如图7所示。

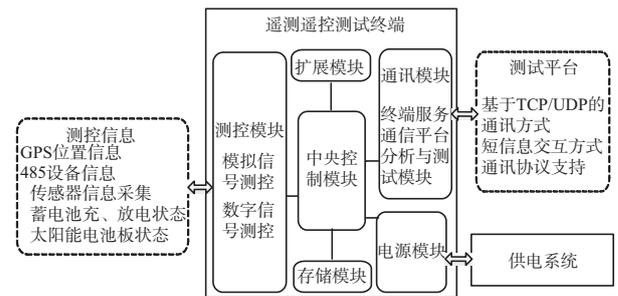


图7 模拟测试平台结构

其中扩展模块包括具有自组网能力的物联网通讯模块扩展接口,以终端为中心搭建一个基于无线通讯方式多跳自组网的网络数据采集系统，在不改动测试终端的基础上根据实际需要在1 km范围内智能添加、维护、管理具有不同传感器模块的节点，同时收集这些传感器节点的采集数据，并上报至上一级网络。其中自组网网络采用动态拓扑结构，在网络中的所有传感器节点又可作为下一级网络的汇聚节点，以此进行子集扩展。以

此实现了长江航道终端信息采集功能的扩展。

为了检测终端服务通信平台是否遵循相关的传输技术规范，模拟测试平台包含终端服务通信平台分析与测试模块，对终端服务通信平台发送的请求数据包和应答数据的各字段进行解析并通过存储模块进行记录，通过检测记录数据检测以验证终端服务通信平台的通信协议是否符合传输技术规范中规定的通讯数据格式和通信工作流程。

利用本测试平台，在镇江航道处河段对采用本文提出的数据交换规范的航标遥测终端进行测试。测试结果如表6所示，表明本文提出长江航道基本要素信息数据交换技术规定是合理可行的。

表6 镇江航道处航标遥测遥控系统测试结果

测试项	可用性	响应时间/s
点名	正常	N/a
J指令设置	正常	4
轮询上传	正常	N/a
报机制	正	a
短信功能*	正常，多次测试时出现一次非法数据上传	4~80
电话唤醒	正常	29
M指令功能	正常	30

注：*测试数次，反应时间相差很大，可能和信号有关。

4 结论

在长江航道信息化建设中，建立统一的信息采集与服务数据交换标准，可减少设备不兼容导致的重复投资，简化设备设计与制造难度，避免了数据格式不统一、语义不一致带来的系统独立、信息共享困难等问题，从而最大限度促进航道专业设备的公开化、标准化、商业化进程，降低设备采购成本，节约建设经费。

本文提出了长江航道基本要素信息数据采集与服务交换系统架构，规范了航道信息采集终端与终端服务通讯平台之间的标准信息交换流程及信息格式，为不同厂商的终端设备能够无缝接入并进行数据共享和交换提供依据。同时规范了长江航道数据服务系统与长江航道应用系统的交互方式与接口，保证提高长江数字航道体系中个应用系统之间的数据交换和共享。最后本文长江干线数字航道信息采集与服务数据交换测试平台，为在长江航道工程建设中建立基于标准化检测的终端产品准入制度打基础。

随着长江智能航道建设的全面展开，将会有更多的涉及数据交换和信息传输新型应用需求，为此建议在长江数字航道和智能航道总体设计和实施过程中，根据建设和应用需求进一步拓展相关研究，逐步形成具有长江航道特色的航道数据信息交换的技术标准体系。

参考文献：

- [1] 交通运输部. 公路水路交通运输信息化“十二五”发展规划[R]. 北京: 交通运输部, 2010.
- [2] 王大斌, 李国祥, 颜昌平. 建设长江“数字航道”的构想[J]. 水运工程, 2004(11): 22-24.
- [3] 张兢, 范军. 欧盟RIS对我国内河航运信息化建设的启示[J]. 船海工程, 2010(5): 148-150.
- [4] 交通运输部科学研究院. 交通信息基础数据元 [M]. 北京: 交通运输部科学研究院.
- [5] 长江航道局. 长江航道“十二五”建设规划数字航道建设实施方案[R]. 武汉: 长江航道局, 2011.

(本文编辑 郭雪珍)

