

文章编号:1001-5485(2004)03-0041-06

荆江河段洪水预警公共信息平台总体设计思路

李青云, 谭德宝, 程学军

(长江科学院 空间信息技术应用研究所, 湖北 武汉 430010)

摘要:对长江荆江河段洪水预警公共信息平台总体设计思路进行了探讨。在需求分析基础上,确定出公共信息平台应该具备的主要功能,进而对公共信息平台总体方案进行了设计,主要涉及数据库设计、接口和中间件设计、系统界面设计、应用子系统设计、平台配置方案设计、数据处理和信息共享标准、数据编码设计等内容。总体方案设计成果将作为公共信息平台详细设计和各子系统实施的基础。

关键词:长江;洪水预警;公共信息平台;总体设计;数据库

中图分类号:TP319;TV87

文献标识码:A

荆江河段是长江中下游受洪水威胁最严重的地区,两岸受堤防保护的平原面积达12.6万 km²,堤防防洪标准偏低。三峡工程建成后,荆江河段的防洪能力可从现在的20年一遇提高到100年一遇,但在遭遇超过百年一遇的洪水时,仍需要启用荆江分洪区分洪。另外,三峡水库的调蓄,将引起长江中下游的洪水来量和特性发生较大变化,三峡水库的清水下泄可能导致下游河床冲刷下切,使长江中下游河道、湖泊发生系统演变。荆江河段距三峡工程最近,受其影响也最大,河势的演变将直接威胁到该河段堤防的安全。因此,研究荆江地区的防洪减灾问题仍具有很大的现实意义。

防洪减灾措施包括工程措施和非工程措施,在非工程措施中,洪水预警相关的信息生成与传达是至关重要的,建立一个能够进行各种业务运行的信息系统或平台是完成这一目标的根本保障。在目前阶段,长江荆江河段及分洪区内防洪减灾相关信息系统的建设还存在以下问题:① 信息集成程度差,由于洪水预警需要的信息类别多、来源杂,基本信息资料如地形、地质、区内社会经济发展现状、水利工程建设、历史上的水文和灾情等数据精度和比例尺不一致,现势性差,还没有集成统一的信息数据库;② 信息数据质量尚待提高,现有数据库功能单一,共享性差,数据更新困难;③ 缺乏一个公共的信息平台,数据的可靠性、准确性、全面性、实时性无法得到保证。

随着长江水利信息化的逐步开展,洪水预警相

关的信息收集和使用状态得以改变。目前,长江水利委员会正在采用现代高技术手段来提高信息收集和使用水平,进而建设高效的长江防汛指挥系统,基础信息平台是其主要组成部分。

长江荆江河段洪水预警公共信息平台是长江防汛指挥系统中决策支持系统的一部分,是以长江中游荆江河段(包括长江中游枝城至城陵矶荆江河段河道及荆江分蓄洪区,总面积约3 000 km²)为实验区,以遥感、地理信息系统为核心技术手段,从防洪减灾的实际业务应用角度出发,建设的高精度、现势性强、内容完备、可共享的荆江河段防洪减灾公共信息平台,为荆江河段洪水预警、灾情评估、灾民撤退及紧急救援预案设计与模拟等提供数字化平台。本文对建立洪水预警公共信息平台的总体方案设计进行了探讨,为开展公共信息平台的详细设计和实施配置提供依据。

1 公共信息平台的需求分析

长江荆江河段洪水预警公共信息平台的主要用户是长江防汛总指挥部。长江防汛总指挥部由长江水利委员会和川、渝、鄂、湘、赣、皖、苏、沪6省2市政府负责人组成。长江防汛总指挥部下设办公室,长江水利委员会防汛抗旱办公室(江务局)负责长江防汛总指挥部办公室的日常工作。

1.1 公共信息平台的功能需求分析

三峡工程运行后,长江中下游实时防洪决策的

收稿日期:2004-03-24

基金项目:科技部社会公益研究专项“长江荆江河段洪水预警公共信息平台的建设及应用”项目资助

作者简介:李青云(1963-),男,山西河曲人,长江科学院空间信息技术应用研究所教授级高级工程师,工学博士,从事环境岩土工程和空间信息技术应用研究。

过程大致如下^[1]:

(1) 根据实时水雨情信息和对未来一定时段内水雨情变化的预测进行防洪形势分析;

(2) 在整体防洪规划的约束下,按照优化的防洪调度方式确定系统防洪工程体系的蓄泄对策,并据此分析流域各地将发生的水情,将上述信息全部进入防洪决策支持系统;

(3) 决策部门根据以上信息及工情、灾情等信息,分析判断,提出洪水调度预案集;

(4) 通过防洪调度模型和洪水演进模型对预案进行水情仿真,评价其效果和影响,再由专家分析、对比、判断、综合,最后由决策部门确定防洪控制工程蓄泄对策及运用其它堤防、分蓄洪工程的决策,并付诸实施。

由此可见,在长江中下游防洪决策流程中,相关信息的准确采集、传输和有效利用是至关重要的。根据此流程,长江荆江河段洪水预警公共信息平台的主要功能应包括:

(1) 将研究区域内各种与防洪有关的数据用统一标准格式进行存储和管理,形成满足各种业务需求的高精度、现势性强、可共享的公共信息平台;

(2) 能够查询检索有关工情和基础地理信息,以及历史的、实时的和预报的水情、雨情,并将有关信息向各级防汛主管部门和社会发布;

(3) 在公共信息平台支持下,实现研究区域内基础地理、水文、生态环境和社会经济信息的高速可视化;

(4) 在公共信息平台支持下,能预估各种分洪预案的灾害损失情况;

(5) 在公共信息平台支持下,可制定不同洪水风险下,地理参数实时调整的灾民撤退与紧急救援预案。

1.2 数据需求分析

1.2.1 建设范围

公共信息平台所涉及的地理范围包括长江中游从枝城至城陵矶长江干流和两岸各 3 km 内范围以及荆江地区分蓄洪区,具体包括荆江分洪区、涪市扩大区、虎西预备区和人民大垸。涉及枝城市、枝江市、松滋市、荆州市、公安县、石首市、监利县、华容县、洪湖市、岳阳市、岳阳县等 11 个县市,面积约 3 000 km²。

1.2.2 数据分类

本项目所需数据从总体上分为 6 大类:① 基础地理数据;② 相关支持库数据;③ 人口和社会经济数据;④ 土地利用数据;⑤ 工情数据;⑥ 云情、雨

情、水情数据。

针对洪水预警公共信息平台在防洪减灾中的应用范围和功能要求,确定了公共信息平台的数据类型、来源、格式、比例尺、时间系列等等,现分述如下。

(1) 基础地理数据:以国家基础地理信息中心的数据为数据源,比例尺为 1:10 000,包括水系、湖泊、道路、等高线、高程点、DEM、行政界线等,具体格式依照国家标准。

(2) 相关支持库:包括长江流域防洪规划,长江防洪治理方针、总体安排、要求和目标,长江中下游现有防洪能力,长江中下游防洪调度安排,荆江地区防洪措施概况,防洪建筑物的设计图表,典型历史大洪水概况,长江防洪的重要文献,防汛物资储备信息,以及防汛有关重要法规。

(3) 人口和社会经济数据:以自然村为单元进行统计,具体格式以 coverage 格式和统计表格两种格式存储,利于建库和查询。

(4) 土地利用数据:由中国土地勘测规划院提供,比例尺为 1:10 000,格式参照国家标准,以 coverage 格式存储,并用最新的卫星影像进行更新。

(5) 工情数据:工情数据比例尺为 1:10 000,主要包括分洪区基本情况、避水设施(避水楼台等)、堤防、水闸、口门、通讯预警设施、主要撤离通道等,所有这些数据都以 coverage 格式存储。

(6) 云情、雨情、水情数据:云情、雨情数据由中国气象科学院提供,其数据标准参照国家相关标准,水情数据只是建立一个与长江水利委员会水文局水文数据库的接口,以实现相关的水文数据从水文数据库中调用。

1.2.3 数据量估算

(1) 基础数据类数据量估计。基础数据包括基础地理数据和图像数据:① 基础地理数据主要包括研究区 DEM、水系、道路、等高线、行政界线和栅格地图等,数据量为 4GB(见表 1),其它地图(专题地图)按照上述地图数据量的 3 倍计算,则图形数据总量约为 12 GB;② 图像数据主要是荆江分洪区 SPOT 卫星遥感数据,每年需要两景 SPOT5 影像,影像地面分辨率为 2.5 m,覆盖面积为 60 km×60 km,每景数据量约为 3 GB,因此每年的原始数据量为 6 GB,处理的中间、结果数据以原始数据的 4 倍计,合计约为 24 GB。3 年共计为 72 GB。考虑一定的数据冗余度,以上估计空间数据约 90 GB。

(2) 业务数据类数据量估计。业务数据包括气象数据、土地利用数据、人口社会经济数据、工情数据和防洪减灾支持类数据等,其数据需求量近 20 GB。

表1 洪水预警公共信息平台基础地理数据量
Table 1 The estimate of geography data of PIPFW

序号	数据类型	比例尺	图幅数	数据量/MB
1	DEM	1:10 000	233	500
2	水系	1:10 000	233	200
3	道路	1:10 000	233	200
4	等高线、高程点	1:10 000	233	500
5	行政界线	1:10 000	233	100
6	栅格地图	1:10 000	233	2500
合计				4 000

综上所述,本平台所需的数据量大小约为 110 GB。

2 平台的总体方案设计

平台总体方案设计主要包括数据库设计、接口和中间件设计、系统界面设计、应用子系统设计、平台配置方案设计、数据处理和信息共享标准、数据编码设计等内容。

2.1 设计原则

根据需求分析,系统平台应具有如下的主要特点:① 开放的可伸缩的体系结构;② 系统的技术先进性和实用性相结合;③ 界面友好,功能丰富,易于使用和维护;④ 具有管理海量数据的能力;⑤ 系统

以专业数学模型和决策分析模型为支撑,模块功能完备;⑥ 支持集成化和网络化,系统具有可集成性,满足与外部系统无缝集成。

2.2 平台总体结构设计

平台从总体结构上分为数据库群;系统界面;气象-水文预警子系统、信息查询发布子系统、虚拟仿真子系统、灾情评估子系统、灾民撤退与紧急救援方案制定子系统 6 大部分。系统总体结构见图 1。

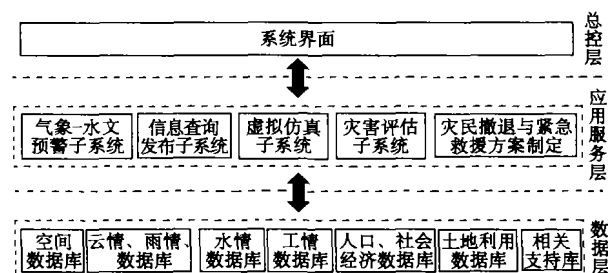


图1 平台总体结构图

Fig. 1 The general structure of the plat form

2.2.1 数据库结构设计

平台的数据库结构见图 2。所有空间数据以地理信息系统软件 ARC/INFO 的格式存储,以 Geographic/WGS84 和 TM 两种地理投影坐标系表示,相关数据的比例尺为 1:10 000。

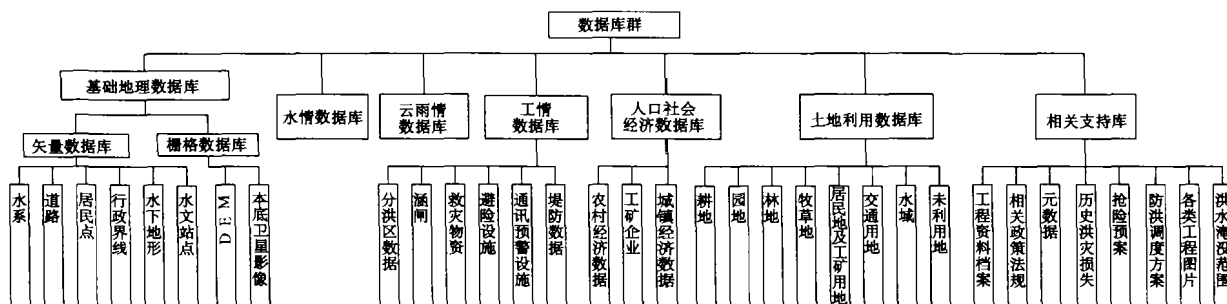


图2 数据库结构示意图

Fig. 2 Sketch of database structure

2.2.2 接口和中间件

系统中间件采用 3 层分布式体系结构,分别为表示层、业务逻辑层、数据库接口层,3 层之间及其与系统的关系如图 3 所示。

(1) 表示层。表示层为用户提供人机交互界面,部分数据录入、输出在此层完成。当系统与专业数据库进行数据交换时,不直接访问各专业数据库,而是通过各子系统业务逻辑层提供的 Service Interface 接口访问,这样

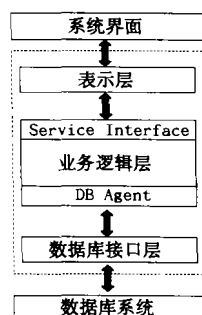


图3 中间件结构示意图

Fig. 3 Sketch of middleware structure

保证了后台数据的安全性,满足系统对数据安全性的要求。

(2) 业务逻辑层。业务逻辑层负责依据系统的 5 个子系统的功能要求对输入、输出的数据进行加工处理,并利用数据库接口层实现对系统各数据库子系统的访问。该层对它的上层和下层分别提供了 Service Interface 和 DB Agent 接口,这样分离了系统的功能逻辑,能够适应系统的需求变化。

(3) 数据库接口层。系统数据根据性质、来源以及用途的不同,分为基础地理数据库、云雨情数据库、水情数据库、工情数据库、人口社会经济数据库、土地利用数据库、相关支持库等 7 类数据库。该层

负责访问各数据库,屏蔽各数据库的差异,提供业务逻辑层访问数据库的接口。

2.2.3 系统界面

系统的控制界面包括信息查询发布界面、信息可视化界面、灾情评估界面、灾民撤退与紧急救援方案制定界面、系统管理界面。在前 4 个界面中,设置与各子系统功能相对应的菜单,系统管理界面中包括用户管理、系统版权信息、帮助等子菜单。

3 平台应用子系统设计

3.1 气象-水文预警子系统

该子系统采用卫星、雷达、地面测雨站相结合的三维立体探测系统,全面、系统地发挥各类探测工具的特长,建立卫星-雷达-地面实测资料降水分布集成估算系统,对研究区域的降水情况进行预报,同时将生成的雨量分布图输出到数据库中,供其它子系统调用。

3.2 信息查询发布子系统

信息查询子系统以防洪减灾综合数据库为信息源,采用菜单式和基于空间位置分布式查询等方式,实现对各种信息的查询和数据检索要求,查询结果以数据表、文本信息框、图形等简明直观的形式表达。同时还能根据用户定义将某些数据通过局域网或因特网发布出去,主要是通过 WebGIS 技术和网络通讯技术实现的,数据访问控制采用基于 Internet 或 Intranet 的 B/S 工作模式。

具体功能包括基础信息查询、实时信息查询、历史信息查询、预报信息查询、防洪文档查询等。信息的查询方式有菜单、按钮、基于地图 3 种,3 种方式可交叉组合,其中菜单式查询是主要方式。查询结果的表达形式有:数据表、文本信息框、数据图形、分布式图形、数字图像、声音、视频、交互式窗口等。

3.3 虚拟仿真子系统

该子系统的功能是利用虚拟现实技术,实现对研究区域内的基础地理、水文、生态环境和社会经济信息的真实三维景观的高速可视化,模拟发生洪灾时地理环境参数实时调整的洪水演进情况。主要内容有三维数据模型表达与高速可视化和分洪区洪水演进仿真。

3.4 灾情评估子系统

该子系统的功能是在洪水演进模型的支持下,建立分洪区淹没损失计算模型,计算场次洪水的直接经济损失。

3.5 灾民撤退与紧急救援方案制定子系统

该子系统的功能是制定地理参数实时调整的灾民撤退与紧急救援预案,并能将计算结果以文档或硬拷贝报告的形式输出。

4 平台软硬件配置方案

根据平台的功能、性能和运行环境的需求分析,选定软硬件配置如下。

4.1 硬件环境

(1) 数据库服务器:内存为 512 MB~1 GB;硬盘为 80 GB 以上;网卡为 10/100 Mbps 自适应以太网卡。

(2) 应用服务器:内存为 128~512 MB;硬盘为 80 GB;网卡为 10/100 Mbps 自适应以太网卡。

(3) Web 服务器:内存为 128~512 MB;硬盘为 80 GB;网卡为 10/100 Mbps 自适应以太网卡。

(4) 客户机 CPU: PIII 或 PIV 微机;内存为 64~256 MB;网卡为 10/100 Mbps 自适应以太网卡

(5) 网络环境:考虑选用设备的性能价格比,局域网基于交换技术的快速以太网、主干带宽 100 M 或 1 000 Mbps,超五类双绞线到桌面带宽 10 M 或 100 Mbps。客户机接入为 10/100 Mbps 自适应以太网卡。广域网通过 ADSL,DDN,ISDN 等方式接入。

(6) 其他配套硬件设备:包括绘图仪、扫描仪、投影仪、UPS 电源等。

4.2 软件配置

软件开发主体采用面向对象分析和设计方法,使用目前先进的 Intranet 3 层结构技术。这里具体解决 2 个问题:①采用中间件技术,将数据层、表示层与应用层相互分离,数据结构与应用服务程序相对独立,仅以通用结构连接;②尽可能采用 B/S (Browser/Server) 开发运行模式,降低对众多终端软件维护工作量。

操作系统中除客户机采用 Windows/95/98/NT/2000 外,服务器采用 Windows 2000

地理信息系统支撑软件 ARCGIS8.3,包括全部模块;

遥感处理软件 Erdas,包括全部模块;

数据库软件 Oracle9i,用于数据库开发管理;

Vstudio.NET 2002 中文企业开发版(简体),用于系统开发。

4.3 网络结构与配置

系统的网络结构是基于长江水利委员会已有的

网络。本系统局域网通过千兆光纤与长江防汛指挥系统网络相连接,并通过专网与国家防办相连,也可以与 Internet 相连。

4.4 平台资源共享和集成方案

依据规范和标准,建设数据存储和管理系统,健全数据更新机制,完善安全管理制度,实现数据共享,建成符合长江委防汛业务特点的数据共享体系;

在数据采集、传输和共享方面,从现有的工作方式平稳过渡到基于信息网络为主的工作方式。全面实现基于最新网络的数据采集、传输、管理和共享,为应用系统和综合决策提供支持。

4.5 平台的功能配置

平台的功能配置由中国科学院地理所完成。从长江荆江河段洪水灾害管理业务角度出发,本平台主要包括以下几项业务功能。

(1) 信息管理、查询、检索。使用户能方便地了解流域的基本情况:①历史洪水信息;②分洪区背景信息;③数字地形信息;④防洪工程信息;⑤社会经济信息;⑥实时洪水信息。

(2) 各种专业模型集成。这些专业模型包括河道洪水预报模型、二维洪水演进模型、洪水调度模型、淹没区灾情评估模型、灾民避险与救援模型等等。这些模型在进行模拟时都需要大量的输入数据,而且其许多模拟结果与空间信息有关。通过本平台将地理信息系统与这些专业模型紧密集成,最大限度地实现洪水预警结果的可视化。

(3) 互联网信息发布。通过国际互联网,专业人员、相关部门以及公众根据各自的权限可以由该平台访问各种防洪减灾及洪水预警信息。该平台把整理、获取和用好本部门的大量空间数据与信息放在首要地位。保证规范化的信息共享顺利地实现,是平台信息发布工作的中心环节。它涉及到空间信息的共享机制与政策法规、分类编码与共享分级、元数据与管理、空间数据格式变换以及相应规范标准等重大问题。

5 平台安全设计

5.1 数据安全

主要涉及物理安全、环境安全和设备安全,充分利用长江委现有的安全体系。

5.2 系统运行平台安全

信息系统中的网络主干交换机设备,网络交换机间的互联链路,网络交换机的连接端口均应是冗余备份的。

5.3 操作系统安全

采用安全性较高的网络操作系统并进行安全配置。通过配备操作系统的安全扫描系统,对操作系统进行安全性扫描,发现其中存在的安全漏洞,并有针对性地针对网络设备重新配置或升级。

5.4 病毒防护

计算机病毒的防范是网络安全建设中应该考虑的重要环节之一。反病毒技术包括预防病毒、检测病毒和杀毒3种技术。

5.5 数据库安全

(1) 数据库信息存储备份。对数据库服务器中的数据库必须做安全备份。通过网络备份系统,可以对数据库进行远程备份存储。

(2) 数据库访问控制。对数据库的访问者应加以严格的身份认证,根据不同的访问者对数据库及数据库内字段的访问权限均应严格加以区分。

6 数据标准和编码

6.1 平台建设需要的有关标准

平台建设涉及的相关标准是:元数据标准,数据库建设及数据更新技术规范(包括数据质量控制、数据采集处理、数据转换、数据集成等),数据组织、存储及命名规范,遥感图像数据标准(如文件格式类型、投影及坐标参数等),专题数据标准(包括分类系统及编码、动态变化数据的分类与编码、数据基本属性表格式、数据派生表格式以及相关各类数据项的标准),基础地理数据标准(主要包括水系、交通道路、地名注记等),数据交换标准(包括内部数据交换标准及外部的数据共享标准),数据质量控制标准等。

在上述标准中,有些标准(如元数据标准等)需要结合平台的特点专门制定。

6.2 数据编码

6.2.1 编码的原则

数据编码必须保持地理空间对象的逻辑一致性和唯一性,体现本平台综合集成数据指标的整体系统性,需保持数据库中数据项编码相对稳定的要求。对于表示空间数据值的编码采用统一的编码规则,即首先采用国家标准,其次采用权威部门的标准或规范。无标准规范的采用现有数据库编码。做到简化与统一结合,具有可扩充性等。

6.2.2 空间数据编码方案

对于已经有国家标准或行业标准的空间数据,采用现成的标准编码,如中国“行政区”的取值编码

普遍采用 GB2260《中华人民共和国行政区划代码》，全国基础地理数据库采用 GB/T 13923-92 等。

对于没有标准编码的空间数据，应依据空间数据的一般编码规则，给出能反映专题分类层次结构的编码体系，并使编码与数据库中的其它编码保持结构上的一致性。

6.2.3 属性数据编码方案

对于数值型的属性项，保持其数值；对于类别型属性项，首先是要参照已有的国家或行业标准的分类与编码体系；无参照标准的，本项目将按照上述的编码原则给出编码。

6.3 平台数据更新

总体上，地形数据拟每年进行局部修测与更新，每 5 年完成一次全面更新；土地利用数据每年利用高分辨率（1~5 m）卫星影像或航测影像数据更新一次，相关的属性数据则做到及时更新。

7 结 语

长江荆江河段洪水预警公共信息平台是长江防汛指挥系统中决策支持系统的一部分。本文对建立洪水预警公共信息平台的总体方案设计进行了探讨，目的是为开展公共信息平台的详细设计和实施配置提供依据。鉴于目前尚未见到洪水预警公共信

息平台建设的先例，根据需求分析，在进行洪水预警公共信息平台总体设计时，特别注意了平台可伸缩的体系结构和开放性。平台的界面友好、功能丰富、易于使用和维护性，以及专业数学模型和决策分析模型为支撑的模块功能完备性，强调了平台支持网络化，及可集成性，使之满足与外部系统无缝集成。因此，设计该平台虽然是以长江荆江河段为试验区进行的，但其设计思路对长江流域的其它河段，以及其它流域的洪水预警公共信息平台建设具有一定参考价值。

参考文献：

- [1] 水利部长江水利委员会. 长江防汛决策支持系统[R]. 武汉: 长江水利委员会, 2002.
- [2] 刘纪平. GIS 支持下的防汛信息系统关键技术综述[J]. 遥感信息, 1998, (4): 17-20.
- [3] 李满春, 陈丙咸. 荆江防洪工程数据库的研建与防洪应用[J]. 国土资源遥感, 1992, (1): 27-33.
- [4] 戴铁夫, 万 庆. 灾民撤退与救灾物资调配的路径网络模拟研究—以君山农场为例[A]. 洞庭湖荆江地区资源与环境信息系统研究[C]. 北京: 测绘出版社, 1991.
- [5] 李满春, 陈丙咸. 荆江河道变迁信息系统研究[J]. 南京大学学报, 1992, 28(3): 452-458.

(编辑: 罗玉兰)

General design of public information platform for flood warning in Jingjiang reach of Changjiang River

LI Qing-yun, TAN De-bao, CHENG Xue-jun

(Yangtze River Scientific Research Institute, Wuhan 430010, China)

Abstract: The general design of public information platform for flood warning (PIPFW) in Jingjiang reach is mainly discussed. On the basis of requirement analysis, the function of PIPFW is ascertained. The general design is thus made which involves the design of database, user interface and middleware, sub-system of application, data coding, data processing and information share standard. The result of the general design can be used as guide of detailed design and implementary base of the platform.

Key words: Changjiang River; flood warning; public information platform; general design database

欢 迎 订 阅

欢 迎 投 稿