

省级防汛指挥系统模型研究

朱跃龙¹ 郭学俊¹ 王志坚¹ 王绍勤² 季红飞²

(1. 河海大学计算机及信息工程学院 江苏 南京 210098 ; 2. 江苏省水利厅 江苏 南京 210000)

摘要 围绕防汛决策过程,本文提出了省级防汛指挥系统建设模型.对构成该模型的四个主要部分(信息采集系统、通讯系统、计算机网络系统、决策支持系统)的建设策略、实现内容与实现技术作了详细的叙述.文中还对网络安全性和数据库的设计思想和依据进行了论证,并对系统集成以及原有系统的迁移策略作了说明.

关键词 防汛决策支持;系统模型;计算机网络;数据库;信息采集

中图分类号 :TU45 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-198X(2000)06-0070-04

省级防汛指挥系统是运行在省、市、县三个层次上的分布式综合信息处理系统,同时也是国家防汛指挥系统的一个子系统.在出现洪涝灾害时,该系统为各级防汛指挥部门及时提供水情、工情与灾情等信息,并对灾害发展趋势作出预测预报,有效地运用水利工程体系,制定出合理的防汛调度方案,使灾害损失减少到最低程度.防汛指挥系统是一个庞大而又复杂的系统,在信息获取与传输、分布存储与多层次共享等方面,目前还没有统一的标准和规范.作者根据国家防汛指挥系统建设规划,结合江苏、河南和沂沭泗防汛决策支持系统建设的实际情况,给出了省级防汛指挥系统的一种建设模型,这对同类系统的实施具有参考意义.

1 设计思想

防汛决策的业务过程分为情报活动、预测预报、方案设计、方案选择等四个阶段.情报活动主要完成气象、水雨情、工情、险情、灾情、人员组织、物资储备等信息的收集、存储.预测预报是根据实时水雨情、天气情势、工程运行状况等信息,借助现代水文预报模型,对重要江湖、干流、重点防洪区、重点水库和蓄滞洪区的洪水作出预报和趋势预测.方案设计阶段,根据洪水预报结果对洪水规模、特点及其发展态势作出判断,依据决策目标和可利用的工程措施,设计出一个或多个调度方案,并对调度方案的风险和后果作出评价.方案选择由决策层在获取防汛信息的基础上,组织专家在本地或异地对方案进行会商,选出最佳方案予以实施.

基础信息由分布在省内的报讯站及信息采集点采集,信息采集系统处理并汇至中心站或低层管理部门,由通讯系统传输到分中心计算机系统,再通过广域计算机网络系统传输到省级和国家级防汛指挥系统^[1].

2 信息采集系统

信息采集系统主要采集水情、工情、旱情、灾情这四类信息.水情信息包括雨量、水位、流量等信息,其信息量大、实时性强、规范性高,是预报、调度、防洪决策的重要依据,测报方式有自动和手工两种;工情信息包括堤防、水库、涵闸、蓄滞洪区等防洪工程运行状态,工程险情、除险加固等水利工程的基础和实时信息,也是防洪调度、抢险布置的重要依据,由基层水利工程管理部门测报;旱情信息包括降雨、蒸发、气温、地下水动态、土壤墒情、受灾范围、灾情和抗旱情况等信息,由各县旱情测报站负责信息的收集与报送;灾情信息主要是灾后统计数据,由县水利局收集与报送.

水情信息经测报站监测后,报送至地级分中心,重点站同时向国家和省级防汛指挥系统报送信息.水情信息测报以地级分中心为核心,对下可采用短波无线电、有线电话或卫星等通信方式收集各水情报讯站信息.工情、旱情、灾情的信息的采集,其中一部分易量化的信息随水情测报系统增加测报,其余尚难量化的信

息,通过电话等以话音方式上报至分中心,或由测报站点以远程终端方式输入分中心计算机系统。

信息采集系统以三级层次、二级管理的模式运行。三级层次为监测报讯站点、地级分中心、省中心,二级管理为省中心和地级分中心。其中地级分中心位于国家防汛计算机广域网的端节点,是防汛信息的集散地,以统一的信息采集标准、采集方式和采集规则,接收、处理、存储本地区报讯站点测报信息,同时通过计算机广域网为国家、流域、省市各级防汛防旱部门提供全面的水情、工情、旱情、灾情等信息服务。

3 通讯系统^[2]

通信系统结构以省厅(局)为中心,省属管理处和市级防汛指挥部(市水利局)、水文勘测分局为节点分中心,连接境内重点防洪地区、蓄滞洪区、重点水库、大型水利工程、信息监测报讯站等管理部门的三级运行管理通信网络,实现系统服务区内模拟与数字兼容、固定与移动结合、话音与非话互补、有线与无线通信系统并存的全时空话音、数据、图像等数字综合业务通信网络,为计算机广域网、电视电话会议、图文传真、决策支持、异地会商等提供通信条件,满足防汛指挥调度、工程运行管理和水情自动测报通讯的需要。

省级防汛通信系统拟由邮电公用通信网和水利专用通信网两部分构成。其中水利专用通信网由数字微波通信、移动通信、程控交换通信、同步卫星通信和行滞洪预警反馈通信等通信子系统组成。

邮电公用网主要通信方式有帧中继(FRN)、数字数据网(DDN)、公用电话网(PSTN)等。省中心与地市分中心之间以及分中心之间的星型数据干线采用 FRN 方式,地市以下的本地网采用 DDN/ISDN 方式,电话或远程终端采用 PSTN 方式。同步卫星通信子系统作为数据传输和调度通信的无线备份手段,利用 VAST 卫星通信地球站建立一个覆盖省内通信网,作为广域计算机网、条件恶劣地区数据传输的备份信道无疑是一种最佳选择。数字微波通信网用于重点防洪地区、大型水利工程、主要蓄滞洪区监测调度系统的通信主干。移动通信子系统由 UHF 集群移动通信和卫星移动通信两部分组成,UHF 集群移动通信用于组建无线多信道和若干群集移动用户站的重点防洪地区的防汛通信系统;卫星移动通信用于组建省级防汛防旱应急指挥系统。程控交换通信子系统拟建有一个中心交换局(省厅)、多个下属交换节点的水利厅属管理部门的通信网络。行滞洪预警反馈通信子系统拟建具有一个中心基站、多个固定分站和若干移动用户站要求的蓄滞洪区的数据通信网络。

4 计算机网络系统

4.1 网络层次与功能

省级防汛指挥系统计算机网络分为骨干网、地域网、园区网和部门网 4 个层次。骨干网是由省厅级网络中心和地域网络中心互连形成的广域网。省厅级网络中心结点负责省级防汛指挥系统计算机网络的运行、管理、控制以及与 Internet 等公网的互连任务。地域网是由地域网络中心与所在地域内的园区网络中心互连组成的广域网。地域网络中心结点负责与省厅网以及其它地域网互连。地域网络中心同时又是所在城市园区网中心,完成与本市各水利单位局域网互连任务。园区网是由园区网络中心与城市城区内各水文局、厅直属单位、城区防汛指挥部等水利部门的部门网络互连组成的计算机网络,不仅支持市防汛部门办公和信息处理,还负责汇集本级及其下属单位的防汛信息,并向上一级网络转发。部门网是由各县水利局、水库管理单位、厅直属部门的局域网或远程终端,是省级计算机网络的末端网络。网络拓扑结构如图 1 所示。

4.2 体系结构与组网技术

广域网和园区网的高层传输协议采用 TCP/IP;局域网的高层传输协议支持 TCP/IP,同时也支持 IPX/SPX 和 NetBEUI 协议。广域网和园区网的底层通信协议采用帧中继(FR)、DDN、X.25、PPP,卫星信道和一点多址数字微波信道。对于各城市间的网络干线以及信息传输量大的部门采用帧中继互连,备份信道采用卫星信道、DDN 或 X.25;对于信息量不大的部门用 X.25 连入网络分中心,备份信道采用 DDN 或 PSTN。广域网和园区网按照第三层交换技术,配置 G 比特速率的路由器和处理速度与网络带宽相匹配的服务器。重要部门的局域网采用第二层交换技术,准备升迁到 ATM 和 BISDN 通信网络。局域网采用快速以太网,准备向千兆以太网过度,重要结点网络(如省厅局网)拟采用 ATM 网络。

考虑网络应用层的整体要求,组网模式采用 C/S 和 B/S 两种结构。C/S 结构应用于部门局域网和园区网内,支持多种前台开发工具的应用。B/S 结构充分利用 Internet 的技术与资源,应用于全网范围内对多媒体信

息的查询、检索、发布等。

4.3 安全措施

(a)路由器过滤 通过对路由器过滤功能的设置,选定一些可用的IP地址作为对本网进行访问的合法用户,过滤功能对每一个来自外部的数据包进行检查,当发现有非法的数据包时,自动将其过滤。(b)设置防火墙 防火墙的核心思想是在开放的物理环境中构造一个封闭的逻辑网络环境来满足一个部门的实际需要,其实现主要有两种手段,一种是基于分组过滤技术(Packet Filtering),典型做法是在筛选路由器上,利用Access List实现的防火墙;另一种是基于代理技术(Proxy),典型做法是在应用层网关上实现防火墙功能。(c)动态分配IP地址 利用DHCP技术可以防止重点站点被跟踪,它采用动态分配IP地址技术,使每一站点的IP值每次启动都不一样,使那些企图跟踪重点站点的黑客基本不可能成功。(d)分层、分布式结构隔离 采用分层、分布式结构设计,可以有效隔离任一级、任一节点的故障,降低故障的影响面,主干网采用网状结构,每个结点有多个方向的路由,部门网采用C/S结构,使应用程序对数据的“请求”与“服务”分开。(e)服务器热备份 应用服务器双机热备份,有极强的自诊断、自维护和故障恢复能力,并支持带电插拔等多种高可靠性的措施。(f)主、备用通信信道热插拔 充分利用已建或在建的多种通信信道的优势,网络干线采用主、备份信道,并采用信道热插拔措施。

5 决策支持系统

5.1 数据库规划^[3]

决策支持系统的数据支撑层主要是防汛综合数据库,原则上按照信息关系理论和数据资源的观点,坚持以数据为中心,摒弃用户或应用程序观点下的数据结构,立足于设计覆盖全省的防汛防旱分布式数据资源库。

从逻辑上把防汛综合数据库划分为水雨情库、工程信息库、社会经济信息库、图形库、动态影像库、历史大洪水库、模型方法库、超文本库、水文数据库、历史台风数据库、灾情统计数据库等类别。

防汛数据来源广泛,但某类数据只有唯一的来源,例如,在省级系统的综合数据库中,水雨情数据来源于地市级系统,水文数据来源于省水文局;工情数据、社会经济数据来源于省防办有关管理部门;防汛的政策、法规数据来源于流域或国家级系统,各级系统对数据都有类似的局部自治与实时共享的要求,因此,对各级系统综合数据库的管理,利用数据库服务器的分布式存储与处理功能,采用数据的实时共享、异地复制、数据挖掘等技术措施,解决防汛数据的安全性、完整性、一致性及有数据唯一性。

5.2 功能规划

决策支持系统主要由下列功能组成:

(a)信息接收处理,对水情、雨情、工情、闸站控制运用参数、灾情、气象等防汛信息接收、检验纠错、预处理、分类、存储和转发。(b)气象产品应用,对所接收的卫星云图、天气观测资料、数值预报产品资料、雷达测雨资料,结合短、中、长期天气预报,为洪水报警和洪水发展趋势作出预估,并提供气象产品的存储、检索、显示等功能。(c)洪水预报,根据实时水雨情信息和降雨预报过程,分别完成重要江河干流、重点防洪地区、重点水库和蓄滞洪区的洪水预报,结合专家经验和地市级洪水预报结果进行综合分析和多方会商,提出综合的洪水预报结果。(d)防洪调度,在洪水预报的基础上,根据特征值、沿程水位表现等,进行防洪形势分析,预测洪水

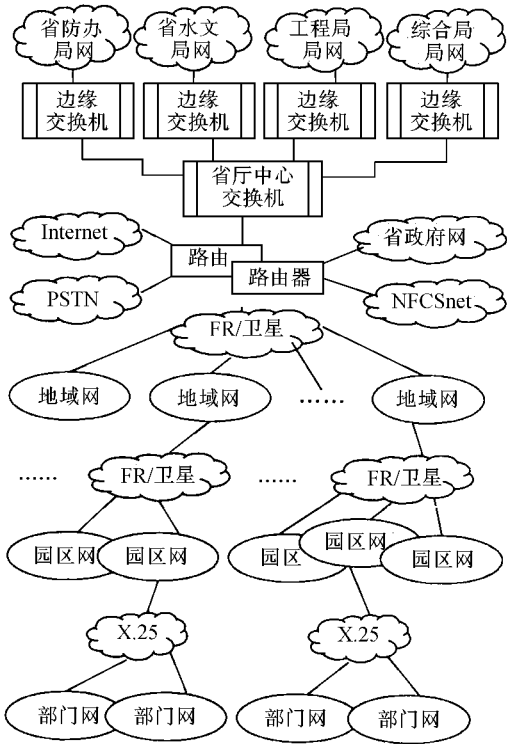


图1 省级防汛指挥系统网络拓扑结构

Fig.1 Network topological structure of a provincial flood control command system

走向,在一定的调度原则下,系统自动生成多个调度方案;以实时的水情、工情和洪水预报成果进行模拟调度,对多个方案的灾情进行估计,选出最佳的调度方案。(e)灾情评估.灾情评估功能是为各种调度方案预测灾情,提供人员迁移安置咨询意见,实际灾情发生后进行损失评估,进行实际灾情的统计,建立洪涝灾情评估、易旱地区干旱灾情评估、洪涝旱灾情统计等。(f)信息服务.在综合数据库的支持下,对气象、实时雨水工情、洪水预报结果、洪水调度结果、灾情评估结果、工程运行状况、防汛基本信息提供查询服务,查询方式灵活、快捷,结果表现形式简洁直观、图文并茂,对一些重要信息提供 WWW 模式查询,并能向有关部门发布信息。(g)汛情监视.汛情监视是为防汛值班人员掌握最新汛情服务的,能准确、快捷反映汛情,并提供具有报警功能的实时水雨情、工情、现场图像等汛情监视画面,汛情报警采用自动触发和用户触发的方式。(h)防汛会商.为防汛决策人员提供多种历史的和实时的水情、雨情、工情资料,实现“三超站”的自动报警,并对调度预案仿真,决策人员往往分布在不同地点,会商可以是本地会商或异地会商。(i)辅助管理功能.主要用于防办的日常工作管理,并为防汛决策的实施提供支持,功能分为人员组织管理、防汛文档管理、防汛物资管理、防汛经费和工程项目管理等,各功能之间的依赖关系如图 2 所示。

6 系统实施方案

对已开发的防汛应用系统,需要进行系统迁移或集成,集成方案包括技术环境集成、数据环境集成和程序环境集成,技术环境与数据环境的集成由计算机网络系统、分布式数据库的规划和建设来保证,程序环境的集成对新建系统应用程序具有开放互连性,对原有系统可采用下列方案。(a)编制数据接口模块,在新、旧数据环境之间作转换处理,既保证已有应用程序继续运行,又解决数据的唯一来源。(b)改造已有应用程序,使其与防汛决策支持系统共享同一个综合数据库。(c)保留已有应用程序成熟的数据模型和计算模型,用新的程序工具重新实现。省级防汛指挥决策支持系统的建设是一项规模庞大的系统工程,本文对系统结构、组成及主要技术作出了规划,但还有许多技术问题有待在系统实施过程中研究和解决。

参考文献：

[1] 庄熙星,郑明.基于客户机/服务器结构的企业信息管理系统工程[J].计算机工程与应用,1998(2):23~26.
[2] 马宏杰.数据通信[M].北京:中国铁道出版社,1998.121~146.
[3] 王能斌.数据库系统[M].北京:电子工业出版社,1992.175~200.

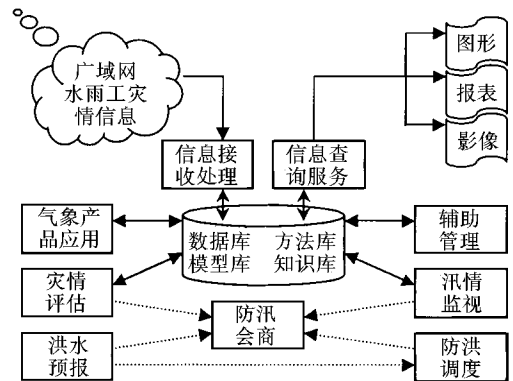


图 2 决策支持系统逻辑结构

Fig.2 Logical structure of DSS

Study on Flood Control Command System Model for a Province

ZHU Yue-long¹, GUO Xue-jun¹, WANG Zhi-jian¹, WANG Shao-qin², JI Hong-fei²

(1. College of Computer and Information Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China ;
2. Water Department of Jiangsu Province, Nanjing 210000, China)

Abstract : Centred on the process of flood control decision , this paper introduces the design and construction of the four main parts (information acquisition system , communication system , network system , and DSS) of a flood control command system . The paper describes the DSS function , the network security , and the data base design in detail . The paper also explains the method of system integration and the principle of the original system .

Key words : flood control decision support ; system model ; computer network ; data base ; information acquisition