

基于统一标准和统一平台的 水文自动测报系统集成与整合

王美玲¹, 丁 强²

(1.江苏省水文水资源勘测局,江苏南京 210029;2.水利部南京水利水文自动化研究所,江苏南京 210012)

摘 要:水文测报方式改革至今,全国 76% 以上的水文测站已实现了自动测报,但是大部分省存在多种类的水文自动测报系统,它们采用不同的数据传输标准、工作机制、数据库接口,相互之间不能兼容,数据无法共享,亟需进行水文自动测报系统集成整合。江苏省经过多年研究和实践,实现了基于统一标准、统一平台的水文自动测报系统集成与整合,全省 2 000 多个各类测站在统一平台下每 5min 一次在线实时监测,系统稳定性好,实时在线率高,数据准确可靠,遥测数据完整性超过 99%。成为智慧江苏建设重点示范工程、全国水文自动测报的集成整合的示范。

关键词:集成整合;水文自动测报;统一标准;平台化应用架构

中图分类号:P335

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2016)03-0070-05

2014 年水利部组织了全国水文自动测报系统建设调研,调研显示全国水文自动测报系统迅速发展,全国 76% 以上的水文测站已实现了自动测报,广泛应用于水文、防汛抗旱、水资源管理、水土保持、水安全和水生态等方面。但是大部分省存在多种类水文自动测报系统,这些系统采用不同的数据传输规约,不同的设备有不同的传输格式,遥测站的工作方式及后台数据库接口众多,相互之间不能兼容,数据无法共享,在信息时效性、一致性、完整性等方面存在缺陷,亟需进行集成与整合,建立信息共享机制。

近年来,江苏省致力于水文自动测报系统的集成与整合的研究和实践工作,改变了全省多系统、信息孤岛的混乱局面,建立统一的数据采集和传输规约,建设全省标准一致、平台统一的水文自动测报系统,协调统一系统通信和数据,形成科学合理、相互兼容、资源共享的信息管理体制,可供全国水文自动测报系统发展示范和借鉴。

1 水文自动测报系统集成与整合总体设计

水文自动测报系统集成与整合,以水文自动测报系统的标准化研究为基础,在保证信息的时效性、一致性、完整性的前提下,以实现资源整合、信息共享、业务协同

为目标,开展水文自动测报系统集成与整合总体设计。

水文自动测报系统顶层设计,需要研究遥测系统整合体系架构、遥测数据传输控制规约、遥测通信信道应用模式、数据采集平台规划、水文测报系统运行管理规程等关键技术,实现全省水文自动测报系统的集成与整合,建立水文信息平台化、标准化、集约化管理新模式。

水文自动测报系统集成整合总体体系架构,涵盖数据采集平台、遥测通信网络、遥测站、遥测数据库、数据传输规约五个技术实施子模块,以及系统运行管理模块,形成完整的体系,建立了全省统一的水文自动测报系统平台,实现了不同厂家、不同设备的标准化集成。水文自动测报系统集成与整合总体设计框架见图 1。



图 1 水文自动测报系统集成与整合总体设计框架

Fig.1 The overall design framework for the hydrologic telemetering system integration

在总体架构下,规范了系统数据采集流程。确定系统报讯通信信道采用移动 GPRS VPDN 为主信道,电信 CDMA VPDN 为备份信道的通信方案。主备信道同时在线,互为备份。分中心、省中心数据传输利用水利专网,通过数据传输模块及交换软件实现,如图 2 所示。

遥测终端自报信息优先通过主信道传输至分中心采集平台,分中心采集平台将信息进行初步合理性判断后入分中心数据库,通过交换软件传输至省中心。在主信道不通的情况下,遥测终端自动切换备份信道传输信息至省中心采集平台,通过采集平台间的传输模块,通过水利专网将信息传输至分中心采集平台,分中心采集平台对信息进行初步合理性判断后入分中心数据库。待主信道恢复后,遥测终端自动切换至移动 GPRS VPDN 信道传输数据。

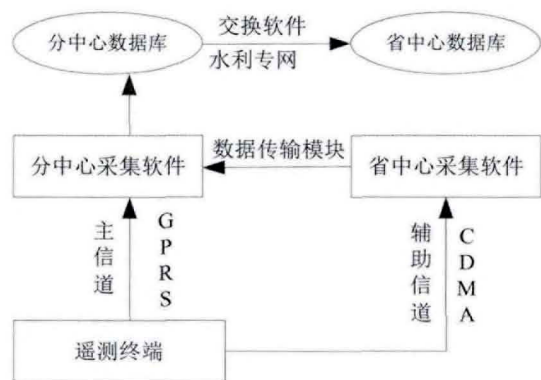


图 2 数据传输流程示意图
Fig.2 The data transmission process

根据数据流程和水文测报工作机制,开发了全省统一的数据采集平台,定义了全省统一的遥测数据库,建立了全省统一的水文自动测报系统。实现水文测报数据的高密度、高可靠、高效率的采集、传输和存储;实现不同厂家设备之间的兼容性、平台的高扩展性;实现各类已建水文自动测报系统的标准化集成;实现科技化的建设管理和运行管理。

2 水文数据传输标准研究

统一标准是集成整合的基础,水利部已有规范要求的一律遵循水利部要求,如《水文自动测报系统规范》(SL61)、《水位观测标准》(GBJ138)、《河流流量测验规范》(GB50179)、《降水量观测规范》(SL21)等。由于当时没有统一的水文监测数据通信规约,研究制定了各级各类水文自动测报系统中遥测站与中心站之

间的数据传输、遥测终端与传感器之间的数据采集标准,对各类水文业务参数做了规约,规定了数据报文传输规约、数据传输报文及结构、通信方式和误码率、传感器与终端通信的接口和规约。形成了第一部正式颁布执行的省级地方标准《江苏省水文自动测报系统数据传输规约》(DB32/T 2197-2012)。

该标准的设计参照 IEC 相关通信标准,遵循国际通信的标准准则,与国际标准接轨,结合水文和水利信息化的需求,使标准真正成为了服务于水文自动测报系统的通信传输标准,涵盖水文基本业务数据的品种和精度要求,并兼容《水资源监控管理系统数据传输规约》,建立统一的数据采集和传输标准。

该标准在可靠性、信道适应性、应用开放性、功能扩充性等方面均进行了深入研究。设计了报文编码机制、错误处理机制、数据重发机制等可靠性保证措施;设计了数据组包拆包机制、图像传输机制、信道延迟处理机制等信道控制机制,提高了信道适应性;设计了控制功能码、应用功能码及数据域参数等指标,通过对控制功能码及应用功能码的扩充,允许增加新的功能,可以实现对原有系统的无缝集成,具有很强的开放性。

3 数据采集软件

依据统一的数据采集和传输标准,采用先进、主流、可靠的技术,统一开发设计了可靠、高效、稳定、开放、智能的数据采集软件,分布部署于省中心、19 个水情分中心。

数据采集软件采用面向对象的模式设计,所有的功能采用 DLL(动态链接库)方式实现。动态链接库文件见表 1。

表1 动态链接库文件列表
Table1 The dynamic link library files

文件类型	动态链接库文件名	描述
可执行程序	ACSCOMM.exe	主程序,唯一的可执行程序
基础动态库文件	ACSBASE.dll	程序基础类库
	CJLIBRARY.dll	界面类库文件
信道库文件	ACSVHF.dll	VHF(串口直连)信道数据采集
	ACSGPRS_HD.dll	GPRS 信道数据采集
	ACSLink.dll	分中心/省中心数据通信
协议库文件	SL427EXT.dll	江苏省水文数据通信规约解析
后台数据库接口	ACSEXTDB_SL323.dll	江苏省遥测数据接口库
配置文件	ACSCOMM.mdb	本地 ACCESS 数据库
	SL323.ini	江苏省遥测水情实时库接口配置

动态链接库文件中,ACSBASE.dll 是一个 C++ 基础类库文件,里面封装了一些基本的函数及数据结构,SL427EXT.dll 是水文自动测报系统数据传输规约库,CSEXTDB_SL323.dll 是水文自动测报系统数据接口库,CJLIBRARY.dll 界面类库,ACSGPRS_HD.dll 信道类库,分别实现不同的功能。这样当某一个模块功能需要调整时,只需修改对应 dll 的代码并编译即可,而无需对所有程序代码进行重新编译链接。如果使用静态链接的对象代码,则要求在函数更改时重新链接应用程序。

数据采集软件采用模块化、多线程设计,架构见图3。各个线程,分别实现不同的任务,如测站通讯线程、本地数据处理线程、数据写库线程、省中心-分中心通讯线程、界面线程等,从而实现数据采集软件强大的功能。如数据采集平台应能够支持直接在界面上进行参数配置工作,参数配置时不影响平台的其它功能,数据采集平台仍然在正常工作。

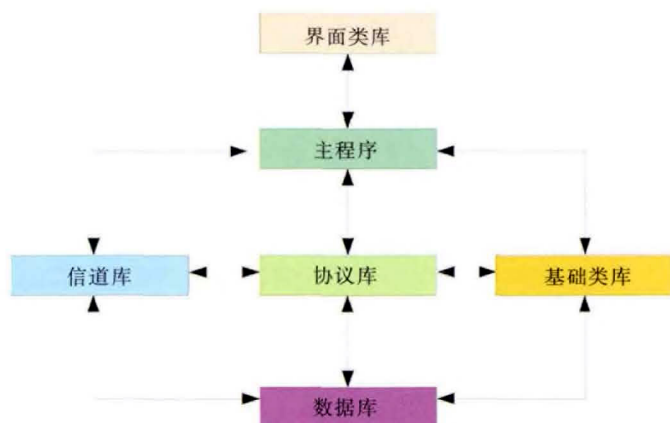


图3 数据采集软件架构

Fig.3 The data acquisition software architecture

主要功能如下:

(1)通信功能:实现与测站之间的 GPRS/CDMA 信道数据通讯功能;省中心-分中心之间的通信功能,当省中心和分中心之间的网络畅通时,省中心的采集平台要能够将接收的测站数据直接发送给分中心的采集平台,且分中心采集平台可以通过省中心的采集平台对遥测站进行远程访问。

(2)数据采集、入库功能:将采集的数据,进行合理性判断后入遥测数据库。当数据库异常时,采集平台需要保存未写库成功的数据,当数据库恢复后,采集平台能够将未写库成功的数据重新写入数据库。

(3)监控功能:能够实时监控遥测站的运行状态,

并在界面上显示,如遥测站来数信息、接收/发送的原始报文、通信信道、遥测站工作状态等。

4 遥测通信网络

目前在水文遥测系统中常见的遥测网信道有:VHF、SMS、GPRS/CDMA、北斗卫星等,此外国际移动卫星、VSAT、GlobalStar、OmniTracs、风云卫星等一些资源也有部分在使用。

通过对我省已建系统的通信信道使用情况进行比较,研究国内可选的无线远距离通信技术方案结合我省公众移动通信情况,确定自动测报系统采用移动 GPRS VPDN 为主信道,电信 CDMA VPDN 为备份信道的通信方案,网络结构见图4。

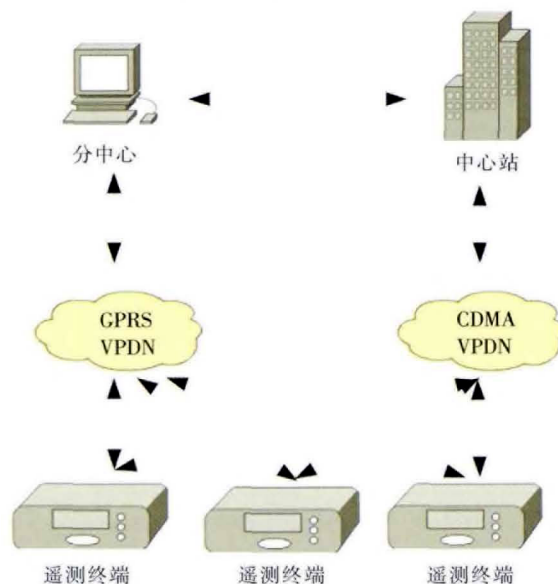


图4 双信道组网结构

Fig.4 The dual channel network structure

测站主信道长期值守,备份信道休眠;当主信道失效时,起用备份信道,备份信道值守至主信道恢复后再次休眠。

测站采用移动 GPRS VPDN 为主信道,电信 CDMA VPDN 为备份信道的通信方案。主信道采用分中心集中的方式,即利用各分中心的 GPRS VPDN 专线接收该分中心所辖测站自报信息,主信道所收信息在分中心落地、校验、入库,同时通过交换软件传输实时传输至省中心;备份信道采用省中心集中的方式,即利用省中心的 CDMA VPDN 专线集中所有分中心的测站自报信息,由省中心建立集合转发站,把接收到的测站信息在省中心落地,同时向各分中心自动分发。分中心对接收到的信息进行正常的入库、校验及发送。

分中心、省中心采集接收端提供独立的 2M VPDN 专线节点,分配网内专有 IP 地址, SIM 卡绑定在系统的地址池内,从而形成水情信息在以分中心为单位的专网内传输,提高通信安全性和保密性。

利用 VPDN 通道接入分中心和省中心,保证了在大批量数据自报上传时,移动服务中心不会因信道拥堵而在转发时丢失有用数据,这是在利用公网时特别要考虑的地方。

采用分片接收后再汇总的方式,有效降低了省中心的负荷峰值,有利于提高系统的整体可靠性,同时保证了分中心能快速汇集所辖区域的遥测站点数据并直接进行维护管理,提高了数据传输及控制的及时性、可靠性。

采用 GPRS 和 CDMA 两种不同通信服务商,能够最大程度降低通信信道的故障概率;两种信道技术上都比较成熟,建设方便,维护简单,且移动通信已成为该领域的主流发展方向。采用双信道备份方案,对提高系统可靠性、数据的完整性有明显的作用。

5 遥测站集成

根据测站观测参数项目、采集的精度和频度要求,结合测站实际需求,进行遥测终端、传感器选型,选择技术比较成熟、性能可靠的产品,保证每个测站能存储 1 年以上的数据。科学、合理计算测站电源容量,提出测站电源配置方案。设计测站的防雷方案。高标准统一遥测站点的布局、走线、机箱外观等建设要求,保证施工的规范性,减少运行中故障的发生。

电源是遥测站运行中出现故障最多的环节,在电源设计时,需要重点考虑:蓄电池容量配置,应考虑环境因素造成的蓄电池容量供给效率,至少预留 30% 容量;太阳能电池板容量配置,应考虑安装位置、环境温度、日照时间等因素;确定太阳能充电保护措施,防止过充,防止太阳能充电连线的引雷;进行总耗电水平估算,考虑最长连续阴雨时遥测设备的耗电。

防雷设计对提供野外设备的可靠性具有至关重要的意义,不仅对水文测站站房防雷设计,接地电阻指标、站房内接地导体布置严格按照标准要求,还要对所有设备、信号电缆采取防雷措施。

6 科技运行管理

水文自动测报系统范围广,覆盖全省 $10.26 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的国土面积,站点多达数千个,运行维护不仅难度大,而且工作量巨大,仅靠传统的人工运行维护不能保证

系统的正常、可靠运行,我们利用先进技术开展科技、智能运维管理取得了成效。

制定了《江苏省水文自动测报系统运行管理规定》,并以水文[2012]113 号文颁布执行,明确了管理机构 and 职责,对测站、分中心、省中心的系统管理和维护的内容以及要求均作了详细的规定,包括日常管理、定期巡检、年度检查的内容,提出了运行保障措施,制定了考核办法,实现全省水文自动测报系统业务管理的统一性和规范性。

在水文自动测报的每个节点,从采集平台、遥测终端、到数据库均对系统运行状态记录、采集、传输、入库,并对入库的运行状态数据进行实时的统计、判断、监测后,自动对运行状态预警,实现科技化、智能化的运行管理。遥测数据库遵循了《实时雨水情数据库表结构与标识符》(SL323),并在每个参数表中按照需要增加字段,用来表示系统运行状况,如 MDA、RDTM 和 INDBTM 字段,其中 MDA 表示采集数据来源,0 表示是遥测站自动采集的数据,1 表示是测站人工通过采集终端置数的数据,且定义为主键。RDTM 表示接收到数据的时间,INDBTM 表示数据入库的时间。增加的字段 MDA 使得测站自动采集的数据有问题的时候,可以人工置数后发送到采集平台,也可以是人工观测的项目通过遥测系统发送到采集平台。字段 RDTM 可以反映出测站到采集平台之间的工作状况,数据延迟的时间,字段 INDBTM 可以反映采集平台数据入库的工作状况。并单独设计了 ST_STATUS_R(T)(状态信息表)表示测站的工作状态、ST_CMD_R(命令信息表)记录采集平台的指令状况。

7 实施效果

基于统一标准、统一平台的水文自动测报系统建设,实现了全省已建水文自动测报站的整合、新建自动测报站的集成,解决了几十年来水文自动测报多系统、多平台运行、信息孤岛等问题。不仅用于省级重点工程的建设,还应用于全省各市、县建设的水文自动测报中,实现了全省水利行业标准化统一、集成。全省 359 个省级以上报讯站、653 个资料整编站、852 座小型水库预警站、205 条中小河流范围内水文站、部分市、县的城市防洪站实现自动测报。2000 多个水文自动监测站在统一平台下每 5min 一次的在线实时监测,系统稳定性好,实时在线率高,数据准确可靠,遥测数据完整性(即数据处理作业的完成率)超过 99%,

为全省的防汛抗旱调度、水资源配置、河湖管理、水库预警等提供了实时准确的信息支撑,社会效益和经济效益显著。

参考文献:

- [1] 水利部信息化工作领导小组办公室. 水利信息化资源整合共享顶层设计[R]. 2015. (Information Leading Group Office, MWR. The top-level design of water resources information resources integration and sharing [R]. 2015. (in Chinese))
- [2] 发展和改革委员会. 关于进一步加强政务部门信息共享建设管理的指导意见[R]. 2013. (National Development and Reform Commission. Guiding opinions on further strengthening the construction management of information sharing in government departments [R]. 2013. (in Chinese))
- [3] DB32/T 2197-2012, 江苏省水文自动测报系统数据传输规约[S]. (DB32/T 2197-2012, Data Transmission Protocol for Hydrologic Data Acquisition System in Jiangsu [S]. (in Chinese))
- [4] SL61-2003, 水文自动测报系统技术规范[S]. (SL61-2003, Technical Specification for Hydrologic Data Acquisition System [S]. (in Chinese))

Integration of Hydrologic Telemetry Systems Based on Uniform Standard and Unified Platform

WANG Meiling¹, DING Qiang²

(1. Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Nanjing 210029, China;

2. Nanjing Automation Institute of Water Conservancy and Hydrology, Ministry of Water Resources, Nanjing 210029, China)

Abstract: Now, more than 76% of hydrological stations in China have achieved the telemetry. What's more, many different kinds of hydrological telemetry systems are adopted. However, these systems use different standards, working mechanisms and database interfaces so that they can not be compatible or share data with each other. Therefore, it is urgent to carry out the integration. With researches and practice through many years, hydrologic telemetry integration based on uniform standard and unified platform has been realized in Jiangsu Province. More than 2000 stations, which can do real-time monitoring every 5 minutes, have been built. This system has good stability, high real-time online rate, accurate and reliable data. The telemetry data integrity is above 99%. The system is awarded the key demonstration projects of wisdom Jiangsu construction. It is also the demonstration project of hydrological telemetry integration in the country.

Key words: integrated solution; hydrologic telemetry system; uniform data transmission protocol; platform-based software application architecture

(上接第 28 页)

Background Values of Groundwater Environment in Harbin Area of Songnen Plain

LI Tianyu¹, DONG Hongzhi², KONG Qingxuan², BIAN Jianmin¹, HAN Yu¹

(1. College of Environment and Resources, Jilin University, Changchun 130021, China;

2. Geological Environmental Monitoring Central Station of Heilongjiang Province, Harbin 150000, China)

Abstract: Affected by natural conditions and human activities, the groundwater environment has changed a lot. The groundwater pollution problems have been paid wide attention. It is very important for the groundwater pollution evaluation to determine the background value exactly. This paper provided the analysis of 150 groups of groundwater chemical samples in the Harbin area of the Songnen plain. By the analysis on the regional flow field and supply runoff condition, the mathematical statistics method and experience method were applied to calculate the groundwater environment background values of the unconfined water and confined water. Then, the comparison was made on the results obtained from the two methods. The results show that the mathematical statistics method is based on the comprehensive effect of the natural geographical environment and long-term human activities, which can overcome the shortcomings of experience method, and it can also truthfully reflect the background conditions of groundwater in the study area. The background values of NO_3^- , Fe and Mn in phreatic water and Fe and Mn in confined water in the area are high. The groundwater environment background values are closely related with human activities, recharge, runoff, drainage and sedimentary conditions of the groundwater in the area.

Key words: groundwater; environment background value; Songnen plain; sedimentary environment condition