

太原理工大学

硕士学位论文

基于组态软件与GSM短消息数据传输技术的远程水情监控系统

姓名：吕华芳

申请学位级别：硕士

专业：检测技术与自动化装置

指导教师：马福昌

20050501

基于组态软件与 GSM 短消息 数据传输技术的远程水情监控系统

摘 要

水资源是人类赖以生存和发展所需要的不可替代的自然资源，水资源的合理利用具有非常重要的意义。远程水情监控系统采用先进的科学技术实现对地下水、水库大坝、河道灌区等水情数据的监测、远程实时传输及整编处理，是实现水资源合理利用、防洪抗旱、提高水文工作自动化管理水平的有效手段。

本论文结合我国及我省水文工作的现状，根据实际工程项目的需要，综合利用组态软件在监控管理软件设计中的优势与 GSM 短消息数据传输技术在远程通信方面的突出优点，设计并研制成功了一种性能优良的新型水情监控管理系统。

论文分七章对“基于组态软件与 GSM 短消息数据传输技术的远程水情监控系统”的设计与实现过程进行了阐述。

第一章绪论部分，论述了课题的研究背景、内容、意义及水情监控系统国内外发展现状；第二章中对系统的总体设计进

行了介绍，包括系统的总体结构、工作原理及主要功能；第三章中介绍了利用 GSM 短消息方式进行数据传输的优越性并对其原理进行了简单介绍；第四章对监测站的硬件组成及软件设计进行了介绍；第五章对监控中心管理软件的功能及实现作了重点介绍；第六章介绍了系统在实际工程项目中的应用情况；论文的最后一章则对“基于组态软件与 GSM 短消息数据传输技术的远程水情监控系统”设计与实现过程中本人所做的主要工作、论文的创新点、进一步需要研究的方向进行了总结，并对系统的应用前景进行了展望。

目前，该系统已经在太原市地下水水位自动监控系统、永定河上游河道流域水情监控系统、左权石匣水库坝情、水情监控管理系统等工程项目中投入使用，从实际应用的情况来看，系统运行稳定、可靠，达到了预期的要求。

关键词：水情监控，GSM，短消息，组态软件，组态王

注：本论文得到山西省留学回国人员科研资助项目（2003-32）基金的资助

**THE REMOTE MONITORING SYSTEM OF WATER
INFORMATION BASED ON THE CONFIGURATION
SOFTWARE AND THE DATA TRANSMISSION
TECHNOLOGY OF GSM SHORT MESSAGE**

ABSTRACT

Water is such an important natural resource that human can't live and develop without it. The remote monitoring and controlling system of water information has characters of using the advanced technology, realizing the monitoring, transmitting real-time data in the remote field, processing data of groundwater、 dam 、 irrigation area,etc . Hence, it is an considerate means that can put in the reservoir forecasting, flood-controlling, and reasonable water usage.

According to the present situation of our nation and Shanxi provice, the merit of the configuration software used in the monitoring management software and transmission technology of GSM short message used in remote communication are combined together. As a result, a new kind of water information management system with good performance has been designed, and developed successfully.

The article explains the detailed content in 7 parts.

The first chapter (introducing part), introduces the research

background, the content、 the meaning and the present status of international development . Then the general design of the system is put forward, including the total structure, operating principle and main function in the 2nd chapter. In the 3rd chapter, the advantages of the data transmission by GSM short message in he remote monitoring system of water information are discussed. The hardware structure and software design of monitoring station are introduced in the 4th chapter. The function and implementation of the management software of monitoring center are introduced in detail. The field application is introduced in the 6th chapter. In the last chapter, the design and implementation process of the remote monitoring and controlling system of water information is generalized and retrospected , and the problem which should be solved next step and the research direction are put forward .

The system has been used in practice , such as dynamic water-level monitoring system of Taiyuan groundwater , water monitoring system of upstream channel of Yongding River , dam monitoring system of Shixia Reservovir in Zuoquan and etc .Through the application result , the system operates stably , reliably, and it has reached the predictive demand.

KEY WOEDS: water information monitoring, GSM, short message, configuration software, KingView

第一章 绪论

1.1 课题的研究背景

1.1.1 水资源现状

水资源是人类赖以生存和发展所需要的不可替代的自然资源,地球上的水,尽管数量巨大,而能直接被人们生产和生活利用的,却少得可怜。首先,海水又咸又苦,不能饮用,不能浇地,也难以用于工业。其次,地球的淡水资源仅占其总水量的 2.5%,而在这极少的淡水资源中,又有 70% 以上被冻结在南极和北极的冰盖中,加上难以利用的高山冰川和永冻积雪,有 87% 的淡水资源难以利用。人类真正能够利用的淡水资源是江河湖泊和地下水的一部分,约占地球总水量的 0.26%。全球淡水资源不仅短缺而且地区分布极不平衡。按地区分布,巴西、俄罗斯、加拿大、中国、美国、印度尼西亚、印度、哥伦比亚和刚果等 9 个国家的淡水资源占了世界淡水资源的 60%,约占世界人口总数 40% 的 80 个国家和地区严重缺水。目前,全球 80 多个国家的约 15 亿人口面临淡水不足,其中 26 个国家的 3 亿人口完全生活在缺水状态。预计到 2025 年,全世界将有 30 亿人口缺水,涉及国家和地区达 40 多个。

我国水资源总量居世界第六位,人均占有量为 2240 m³,约为世界人均的 1/4,在世界银行连续统计的 153 个国家中居第 88 位。水资源地区分布不均,长江流域及其以南地区国土面积只占全国的 36.5%,其水资源量占全国的 81%;淮河流域及其以北地区的国土面积占全国的 63.5%,其水资源量仅占全国水资源总量的 19%。而且水资源年内年际分配不匀,旱涝灾害频繁,大部分地区年内连续四个月降水量占全年的 70% 以上,连

续丰水或连续枯水年较为常见^[1]。

山西省水资源的现状很不乐观。我省是一个水资源严重短缺的省份，全省多年平均降雨量比全国平均水平偏少 15%，人均水资源占有量 456m³/s，仅占全国平均水平的 1/5，居全国倒数第二，远远低于人均 1000 m³/s 的严重缺水界限。耕地亩均水资源占有量更仅为全国平均水平的 1/9，加上大规模的采煤和过量开发利用地下水，使得河川径流日渐减少，甚至出现河流断流，泉水干涸的严重现象，仅 20 年来，山西省河川径流减少了 39.4%。

21 世纪水资源正在变成一种宝贵的稀缺资源，水资源问题已不仅仅是资源问题，更成为关系到一个国家经济、社会可持续发展和长治久安的重大战略问题。对于我国，水资源的合理利用更是具有至关重要的意义，水利事业的发展和水资源的可持续利用将直接关系到我国全面建设小康社会目标的实现。

1.1.2 我国及我省水利工作建设现状

新中国成立以来，经过半个多世纪的建设与发展，全国已建成水库 8.5 万座，修建堤防 26 万千米，年供水能力由 1949 年约 1000 亿立方米提高到 1999 年 5700 亿立方米左右，有效灌溉面积发展到 8.5 亿亩，累计治理水土流失面积 67 万平方千米，水电装机总容量达 2880 万千瓦，447 个县实现农村电气化。我国用仅占全球 6% 的可更新水资源和 9% 的耕地支撑着占全球 22% 人口的温饱和经济发展这一事实，充分表明水利工程建设取得了巨大成就。但是，与全面建设小康社会的要求相比，水利的能力和技术水平仍存在很大差距。主要表现在：工程建设体系还不完善，控制性工程不足，安全建设滞后，一些在建工程还没有发挥效能，非工程措施建设

严重滞后，信息不灵，基础设施严重不足。有的防汛指挥部门没有配备传真机、计算机、打印机等必要的设备，存在信息采集与报送不及时、重点不突出、程序不规范等问题，甚至有的基层防汛指挥部门工作人员不会操作计算机，不会使用防汛相关软件。^[2]

山西省现有 9 个水文水资源勘测分局，2 个水文水资源勘测队，66 处国家基本水文站（其中国家重要水文站 16 处），799 处雨量站，17 处蒸发站，60 处墒情站，206 处报讯站，753 处地下水动态观测井，2600 余处地下水统测井，129 处地表水水质监控站，至今已收集积累了数以亿计的各类水文水资源数据，为山西省防汛抗旱、水资源开发利用与管理、国土规划和水环境治理等国民经济建设和社会发展做出了突出贡献。但是由于种种原因山西自身的经济发展水平与全国的差距逐渐拉大，相应的水文基础设施建设也满足不了国民经济建设发展的需要。主要表现在：

1、水文站网密度不足

山西省现有国家基本水文站的站网密度为 4.7 站/万平方公里，总体密度偏低，尚有几条中等河流无水文站，小电站不足，部分流域、地区、地类空白无站，大部分水库灌区工程缺乏水文观测，不能满足水资源评价、管理、保护及工程规划设计的需要。

2、水文基础设施设备落后

山西省水文站大部分渡河设施建于 20 世纪 70 年代，老化失修严重，自动化程度很低，降水蒸发观测仪器更新速度缓慢。部分报讯水文站、雨量站通信条件差，严重影响水情信息传递。地下水位监控仍靠原始人工方法，观测质量难以保证。水质分析仪器设备落后，许多项目因仪器缺乏无法开展分析。

3、水文能力建设滞后

在开发利用新技术、新仪器方面与流域机构及一些省区相比,存在较大差距,不能适应水文工作现代化的需要;尚未建立起完善的水文政策法规体系,水文建设与事业发展的相应前期基础工作较为薄弱;水利业务部门低水平重复开发的应用软件功能单一、系统性差、标准化程度低,信息资源开发利用层次较低、成本高、维护困难,不能形成全局性高效、高水平、易维护的应用软件资源。

在这样严峻的情况下,设计一种性能优良的水情监控系统,实现对水资源信息实时、快速、准确的监测及进行细致、认真、快捷的分析、管理,有着非常重要的现实意义。

1.2 国内外远程水情监控发展现状

1.2.1 国外水情监控系统研究现状

以发达国家美国、日本为例介绍国外水情监控的发展现状。

美国既是工业先进、通讯、交通网非常发达的国家,又是幅员广大、人口密度不均的国家。因此各种制式、各种通信方式的监测系统均比较发达。其中自报式超短波系统、卫星平台获得广泛的应用,而且美国是唯一大面积使用流星余迹通信进行水情远程监测的国家。使用卫星的系统如极轨卫星环境数据(包括水情数据)收集系统 ARGOS 系统,及大量气象同步卫星平台,均可进行水情数据传输。^[1]近年美国的 SUTRON 公司被美国海洋和大气局(NOAA) 授权研制下一代水位监测系统(NGWLMS)。该系统将会集成目前的海平面及大流域测量网络,用最先进的传感器,卫星传输手段,集中数据处理及接收。

日本由于国土小、工业发达,其监控系统集成化和综合程度比较高。

例如淀川监测系统, 7200 km² 内有水库 4 座, 50 个雨量站, 54 个水位、流量站, 5 个水质站。流域内各测站为无人值守, 水情数据通过无线信道传到控制中心, 利用计算机进行处理分析, 发布预报或警报。

国外发达国家的远程水情监控系统的特点是: 系统发展比较完善, 传感器测报设备先进可靠; 通信方式多样化且十分先进; 分析预报技术成熟并积极采用各种先进的技术。^[3-4]

1.2.2 国内水情监控系统研究现状

我国水情监控系统的发展建设起步于 1975 年, 大致分为三个阶段: 第一阶段, 大约从 1977 年底开始, 经过 5 年左右的时间, 研制出 5-6 套系统设备。这一阶段研制的设备都是采用分离元件组成。目前, 当时的监控系统大部分经过不同程度的改造后仍在使用, 个别的趋于淘汰或更新换代。第二阶段, 大约在 1982 年以后, 随着微机的推广应用, 设备尽可能采用大规模集成电路, 发展迅速。我国大部分监控系统是这一阶段的产物。第三阶段, 以 1986 年 5 月水电部科学司主持召开的“小流域水情自动监控系统研讨会”为标志, 开始有领导的定型阶段。从 1986 年以来一些主要研制单位积极围绕水电部的定型要求, 组织技术攻关, 开展定型工作。^[5]

截止 1999 年 4 月, 全国已建成和在建的水情自动监控系统达 482 处, 由 843 个中心站(含分中心站)、1460 个水情站(含降水量及水位等参数)、1197 个水位站、4612 个雨量站组成。除台湾省外, 全国各省、自治区、直辖市及流域机构都建有水情自动监控系统。

我国的水情自动监控系统建设经过十几年的经验积累, 虽然已具备定型生产的基本条件, 但系统总体水平仍相对落后, 主要表现在:

一、大部分防汛站缺乏现代化的采集、传输设备, 不能满足当今对水

情数据实时、快速、准确监测的要求。

二. 水情监控管理软件也远远不能满足水利信息化的需要, 还停留在过去基本靠人工方式整理、分析的初步阶段, 不但劳动强度大, 而且工作效率也远不能满足信息化社会的要求。

1.3 论文研究的内容和意义

针对我国及我省水利工作建设相对落后的现状, 本论文结合太原市地下水水位自动监控系统、永定河上游河道流域水情监控系统、左权石匣水库坝情、水情监控系统等实际工程项目, 设计研制了一种基于组态软件与 GSM 短消息数据传输技术的新型远程分布式水情监控管理系统。

该系统能够有效地实现对地下水、河道流域、水库大坝等的水情数据的实时自动化采集、远程传输及数据的存储、分析、统计等整编处理, 大大减轻了工作人员的劳动强度, 提高了工作效率; 为水利工程的安全运行提供了保障; 为水利工程故障诊断与维护提供了数据资料; 在防灾减灾、水资源科学调度等领域有着广泛的使用价值, 为全面提升水利事业活动效率和效能提供了一种新的有效技术手段。

第二章 远程水情监控系统

2.1 系统总体结构

针对水情监控系统中的监测站点大多分布在交通不便的偏远地区，测点分散，工作环境恶劣等特点，设计了以移动通信中 GSM 短消息数据传输技术为基础的分布式远程水情监控系统。

本系统由监控中心与监测站两部分组成，系统结构如图 2.1 所示。

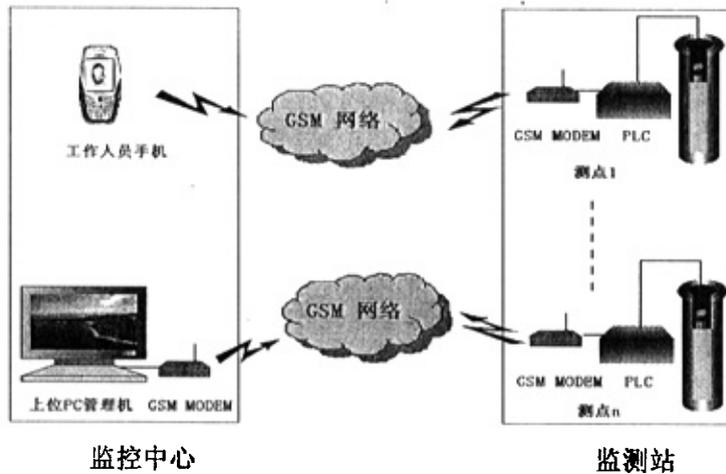


图 2-1 系统结构图

Fig 2-1 Frame of the system structure

监测站是指分布于各处的测量站点。监测站由水位传感器，PLC（包括模拟量采集模块和数据处理模块）及 GSM Modem 组成，能够实现水位数据的采集、计算、存储，并可通过 GSM Modem 向监控中心或工作人员手机发送水位信息，也可接收来自监控中心或工作人员手机的指令信息。

每个测量站点的 GSM Modem 都配有一个独立的 SIM 卡号, 以此进行各个测量站点的区分。

监控中心由装有监控管理软件的 PC 机和 GSM Modem 组成, 安装在水情监控站或值班室。监控中心能够通过 GSM 调制解调器与监测站进行无线短消息通信, 实现数据的无线远程实时传输, 并对水位信息进行存储、显示、统计、分析等整编处理。

2.2 系统工作原理

系统上电后, 传感器开始工作, 将水位这一物理信号转换成为 4~20mA 电流信号输出; 模拟量采样模块将此信号通过 A/D 转换成为 12 位的数字量; 在数据处理模块中完成对采样数据的滤波、整理等处理, 最后将整理成为符合通讯协议的水位数据连同实时时间数据一并进行存储。当需要发送水位信息时, 将水位数据送至与之相连的 GSM Modem 以短消息的形式发出。

监控中心的 PC 机通过 RS232 串口线与 GSM Modem 连接, 当需要采集水位信息时, 监控软件将通信指令写入串口, 监控中心的 GSM Modem 自动将控制指令从串口读出并以短消息的方式发送给监测站的 GSM Modem。

当监测站的 GSM Modem 收到控制指令后对控制指令进行判断, 指令正确的话, 将水位数据连同实时时间数据通过 GSM Modem 以短消息的方式返回到监控中心。

2.3 系统主要功能

一. 系统监测站所实现的主要功能有:

1. 水位信息自动采集、转换、存贮。
2. 根据设定时间, 定时给监控中心发送实时水位信息。
3. 根据监控中心的需要, 随时发送实时水位信息。
4. 手机用户通过短消息业务可随时获取实时水位信息。

5. 在网络故障或 MODEM 损坏的情况下, 可与 PC 机直接相连用于导出历史数据, 从而保证数据的连续性。

二. 监控中心管理软件所实现的主要功能有:

1. 通过 GSM 调制解调器与监测站进行无线通信, 实现数据的无线远程实时传输。

2. 通过程序设计将采集的水位信息自动进行处理, 转换为可以进行显示、存储、统计、分析等处理的数据格式。

3. 通过程序设计将在无人值守的情况下, 实现数据的自动采集、显示、存储及自动生成报表; 能够自动监测到非正常状态的发生(报警发生), 并在报警发生时发出语音警告, 同时自动给工作人员手机发送警告信息。

4. 实现良好的便于用户操作的人机交互界面, 包括通信模块、数据库模块、报表模块、报警模块、历史趋势曲线模块五大功能界面, 实现了水位信息的多类型显示、存储、查询、分析、报警、远程转发及打印输出等功能。

第三章 系统通信方式及通信设备

3.1 系统通信方式

国内外监控系统的发展过程中出现了许多通信方式作为数据传输手段，主要有利用 Modem 通过电话线进行通信、微波通信、专线通信及无线通信等。

一、利用 Modem 通过 PSTN(Public Switched Telephone Network) 通信：

目前国内外有许多方法可以实现现场数据的远程实时传输。最常用的方法是通过公用电话网，在这种通信方式中，主控计算机通过调制解调器(MODEM)拨号沟通各控制点，分别传送数据。由于现代电话通信网已经进入程控交换时代，技术比较先进，速度快，容量大，因此采用电话通信网建立数据通信系统确实有其独特的优越性。

但该方法有其不足之处。在集散式的远程测控系统中，主站和从站一般依靠电话线路，通过调制解调器交换信息，当一方发起呼叫另一方时，主叫方首先要拨号，为防止误动作，应答方一般必须等待振铃信号出现两次后，摘机应答；然后，双方的调制解调器进行“握手协商”，以确定波特率、协议等参数，最后才进入数据传输阶段，数据传输完毕，主叫方挂机，应答方挂机，从而完成本次数据传输。在整个过程中，“联络沟通”占去相当多的时间，尤其是在从站较多，而每次传输的信息量又不大的情况下，这种方式的效率是相当低的。假设每次传送的信息量不超过 100 个字符，波特率为 600bps，则真正进行数据传送的时间只有 2s，而用在建立连接的时间却占去几十秒钟。如果从站有 20 个，那么主站巡查一遍所有

从站, 至少需要 15 分以上, 使得整个系统的实时响应性能大打折扣。而且用 Modem 和 PSTN 只能实现单路数据传输, 不能满足多路数据同时传输的需求。同时该方法传输速率上限只能达到 9600bps, 不适合批量数据传输的情况。

二、微波通信:

微波通信系统是基于微波视距传播的, 其频段主要有 2、4、6、7、8、11、13 和 18GHz, 两个微波站之间距离一般为 50Km 且必须为视距。微波通信具有通信质量和可靠度高、容量较大、可实现多路通信的优点, 但同时也存在着频道资源紧缺、建设工程量大和建设周期长等缺点。

三、专线通信

所谓专线, 就是利用专门铺设的电缆(光缆)线路, 不通过电话交换机, 将所有从站与主站以单总线方式连接起来。由于是专线, 传输数据波特率固定, 采用调制解调芯片, 且为全双工方式, 所以所有从站始终处于接收准备状态, 主站可随时发码, 连接在线路上的所有从站都可以立刻收到主站所发送的字符, 从而省去了拨号应答和调制解调器之间的“握手连接”时间, 大大提高了通信的效率。但是, 这种通信方式只适用于具备建立专线通信条件的应用领域, 所以其应用范围也大大受限。

四. 无线通信

进入二十一世纪以来, 计算机网络、通信技术、自动化技术、遥感技术、传感器技术以及大规模集成电路无不飞速发展, 而其中最为人瞩目的当是无线通信技术及无线通信网络飞速普及和应用。现今, 无论国外还是国内通用的、覆盖广泛的无线网络基本建设完成, 例如中国移动的 GSM 网可实现全国及全球漫游, 使手机等无线终端设备得以快速普及, 可以说世界已经进入无线时代。而无线通信不仅仅可以传输话音信号, 从本质讲,

它是数据通信技术与移动通信技术结合的产物，数据通信才是无线传输的核心内容。近年来，移动通信的数据业务获得了迅猛发展，其年增长率远远高于电话业务，广阔的市场前景使得各大通信制造业巨头们纷纷投入到移动数据业务的竞争之中。

作为数字蜂窝系统的典范，GSM 系统已在全球获得了巨大的成功，其广阔的覆盖范围和良好的漫游性、安全性，再加上各种基于 GSM 的数据传输技术的不断发展，使得在 GSM 上进行数据通信成为在 3G(第三代移动通信的简称)到来之前最好的一种手段。^[5]

在 GSM 数据业务中，短消息业务最适合应用到数据采集点分散、数据量较小的系统中。短消息服务 SMS(Short Message Service)是 GSM 通信网络对用户的一种数据服务。它通过 7 号信令信道传输，具有通信灵活可靠、保密性强、初期投入费用低的优点，适用于小量数据的实时传输^[6]。

综上所述，本系统结合远程水情监控具有测量站点分散、通信距离长、传输数据量小等特点，利用现有的移动通信网络资源，采用 GSM 短消息数据传输技术作为通信方式，从而使系统结构简单，运行方便可靠，运营成本大大降低。^[11]

3.2 GSM 网络及 SMS 传输原理

3.2.1 GSM 网络结构及功能

GSM(Global System for Mobile communications)系统是欧洲邮电管理委员会(CEPT)下属的移动通信特别小组，从 1992 年起开始制定，并在 1998 年颁布实施的新的数字式蜂窝移动通信标准。目前它的应用已经比较广泛

且成熟可靠。

GSM 系统除了具有一般数字系统所有的容量大、业务类型多、设备小型化、成本低、服务质量好、安全性能好等优点外，还有本身的一些特点。其一，该标准允许移动用户进行全球漫游及非严格的小区交接。其二，GSM 的协议使得呼叫控制过程类似 ISDN(Integrated Services Digital Network)以便与 ISDN 兼容，并且又包括了与蜂窝通信有关的特别功能，如本地登记和小区交接。GSM 标准提供的数字化端到端的连接，使之利用同一资源可为用户提供一系列的话音/非话音服务。

GSM 网络系统由三分子系统组成：交换系统、基站系统、操作和支持系统。GSM 网络系统模型如图 3-1 所示。

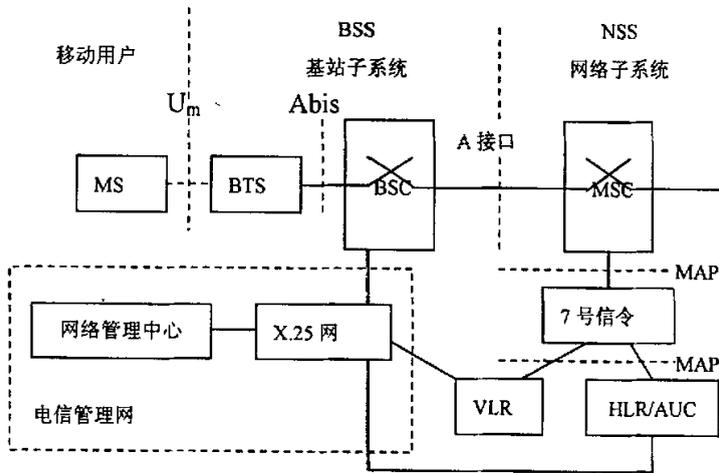


图 3-1 GSM 网络模型

Fig 3-1 GSM Network model

各部分功能如下：

1、交换系统

本子系统由移动业务交换中心 MSC(Mobile Service Center)、本地用户位置寄存器 HLR(Home Location Register)、访问者位置寄存器 VLR(Visitor Location Register)、鉴权中心 AuC 和设备识别寄存器 EIR(Equipment Identify Register)五个部分组成。

MSC: 完成系统的电话交换功能。负责建立呼叫、路由选择、控制和终止呼叫, 负责管理交换区内部的切换和补充业务并负责搜集计费 and 帐单信息, 用于协调与固定公共交换电话网之间的业务, 完成公共信令及网络的接口。它能够提供与其他非话业务之间正确互联所需要的功能, 例如公共分组交换业务。

HLR: 用于管理移动用户的主要数据库, 根据网络的规模, 系统可有一个或多个本地用户位置寄存器, 它存储两种类型的数据:

- 用户信息(如电信业务、传真业务和补充业务等方面的数据)。
- 位置信息: 利用位置信息可正确选择路由、将呼叫接通移动台, 这是通过该移动台目前所在区域提供服务的移动交换中心来完成。

网络系统对用户数据的管理工作都是存在本地用户位置寄存器中。对一个注册的移动台分配两个号码并存储在本地用户位置寄存器中。国际移动用户身份号 IMSI(International Mobile Station Identify): 在某一网络地区中, 每个用户分配一个用户身份号。移动台 ISDN 号: MSISDN(Mobile Station ISDN)即在 PSTN(Public Switched Telephone Network)中的 ISDN 编号。

VLR: 访问者位置寄存器是一个移动用户漫游到一个新的移动中心区域, 该移动中心的访问者位置寄存器将向本地用户位置寄存器询问该移动台的数据。如果这个移动台在此之后向打电话, 外来用户位置寄存器具有建立呼叫所需的所有数据, 因此不需要询问向本地用户位置寄存器。这样

可以认为外来用户位置寄存器的一个分布式复制器。

AuC: 鉴权中心与本地用户位置寄存器连接在一起, 它为本地用户位置寄存器提供一个与用户有关的并用于安全方面的鉴别参数和加密密钥

EIR: 移动台由它的国际移动设备身份号 IMET 来识别, 而用户则由他的国际移动用户身份号 IMSI 来识别。

2、基站系统(BSS)

由两个部分构成: 基站控制器(BSC)和基站收发信机(BTS)。通常, 交换系统中一个 MSC 监控一个或多个 BSC, 每个 BSC 控制多个 BTS。

基站控制器是一个大容量交换机, 负责系统与无线有关的功能, 如切换, 无线网络资源管理和蜂窝数据等。

在每次通话的过程中, 基站接收机能够监测到各基站的信号强度并送给基站控制器, 使控制器决定什么时刻进行切换, 切换到那个基站小区。基站控制器也具有对移动台的功率控制功能, 降低移动台的发射功率电平, 可延长移动台的工作时间, 减少了对其他用户之间的邻道干扰。

3、移动台(MS)

即网络用户, 通过 Um 无线接口与网络基站通信。每个移动台有一个身份号: 移动台设备本身由一个独特的国际移动设备身份号(IMEI)来区别。当移动台被一个用户使用时, 它还有一个国际移动用户身份号(IMSI)。国际移动用户身份号可做到一个用户身份模块(SIM)中, 这样移动用户可以插入它的身份模块并使用符合系统规范的卡来驱动移动台。

3.2.2 GSM 网络数据传输业务

一、概述:

移动通信与数据通信的融合产生了移动数据通信业务。随着全球性移

动通信的发展,我国 GSM 移动电话得到了迅猛的发展,GSM/DCS1800 作为国际化的数字蜂窝电话系统,不仅提供了高质量和高保密性的话音业务,而且还提供了许多数据传输业务,如短消息业务(Short Message Service)^[7]。

二、分类:

1. 短消息业务(SMS);

2. 电路交换型(IWF InterWorking Function)数据业务:包括 GSM 承载数据业务和高速电路交换数据业务 HSCSD(High Speed Circuit Switch Data);

3. 分组交换型移动数据通信功能(蜂窝数字分组数据 CDPD, Cellular Digital Packet Data);

4. 通用分组无线业务(GPRS);

三、发展过程:

GSM 网络无线数据通信经过长期的发展,大致经历了四个发展阶段:第一阶段采用数据传输速率最高为 9.6kbit/s,属于低速电路交换无线数据业务,包括透明和不透明两种传输方式;第二阶段提出高速电路交换数据业务 HSCSD,它通过改进编码调制方式将一个时隙的传输速率提高到 14.4kbit/s 且允许几个时隙传输一路数据理论上可达 115kbit/s 但信道利用率低;第三阶段是通用无线分组交换业务(GPRS);第四阶段是增强数据速率业务(EDGE)。

3.2.3 GSM 短消息业务概述

短消息服务(SMS)是 GSM 技术应用的一项重要内容,它具有一些突出特点如:一次可传输 140 个字节的数据,数据的内容可以是字符或数字;

可以在 GSM 网络内端对端传输,还可以从 GSM 网络外(如互联网)发送短消息给一个端点站;短消息通过设在移动通信部门的短消息中心(MSC)用 GSM 系统的信令信道传送,与语音信道不冲突,即使终端处在通话状态下也可进行传送;在短消息传送过程中,不进行呼叫连接建立和释放的过程;MSC 具有短消息的存储功能,在终端设备关机时,可以保持消息在一定时间内有效等。利用这些特点,及其双向传输的性能,可方便地实现对于采集站设备的信息采集和远程控制,即实现遥测和遥控。

短消息业务 SMS(Short Message service)可分为两类:

(1)点对点的短消息业务,该业务使 GSM 用户可以发出或接收长度有限的数字或文字消息,其中又可分为移动台接收点对点短消息(SM-MT)和移动台发送点对点短消息(SM-MO)。SM-MT 是到达移动台 MS 的短消息业务,描述 GSM 系统从短消息业务中心 SMSC(Short Message Service Center)向一个 MS 发送短消息的能力;SM-MO 是由 MS 发起的短消息业务,描述 GSM 系统通过 SMSC 向一个短消息实体 SME(short message entity)发送 MS 所提交短消息的能力。消息必须包括短消息的最终到达地址,即 SME 地址。

(2)小区广播型短消息业务(SMS CB),在特定的地理区域内,把具有通用性的短消息(如交通信息、气象状况等)有规律重复播放给位于该区域的全部用户,其一次传送的数据量比较小。

3.2.4 GSM 短消息传输网络

一、GSM 短消息网络的组成:

一个短消息传输网络是由移动业务交换中心 MSC、网关移动业务交换中心 GMSC(Gateway Mobile Services Center)和交互工作移动业务交换中心

IWMSC(Inter- Working Mobile Services Center)、位置归属寄存器 HLR、访问者位置寄存器 VLR 和短消息服务中心 SMSC(或 SC)、以及短消息实体 SME(Short Message Entity)移动台 MS 等部分组成的。

二、各部分的功能介绍

- SME 代表短消息实体，是接收或发送 SM 的实体，如位于固定网络中的短消息业务中心；

- SMSC 是一个独立实体，完成存储和转发功能，并可与 ISDN、PSTN 等网络互连，消息的传输由处于 GSM 外部的 SMSC 进行中继；

- HLR 和 VLR 是在网络和交换子系统(NSS)中两个非常重要的数据库，HLR：归属位置寄存器，保存着与用户的当前位置相关的信息，从而建立对等动态的呼叫。VLR：访问者位置寄存器，它与一个或多个 MSC 相连，负责为用户临时注册数据，它存储的位置数据比 HLR 中的要精确一些，VLR 总是与 MSC 集成在一起；

- GMSC 代表短消息业务网关，IWMSC 代表短消息业务互联，它们都是具有处理短消息功能的移动交换中心(MSC)。GMSC 负责 SM-MT 类型的业务，接收由 SMSC 发来的短消息，查询位置归属寄存器(HLR)获得路由信息，然后将 SM 发送到目的 MS 所在的 VMSC(当 SM 是经由 GSM 电路交换网络发送时，被路由到 MS 所在的拜访移动交换中心 VMSC)或 SGSN(当短消息经由 GPRS 网发送时，被路由到 GPRS 网络的业务支持节点 SGSN)，其作用类似于语音或数据业务被叫时的 MSC；IWMSC 负责 SMMO 类型的业务，接收共用陆地移动网 PLMN 内部 MS 发来的短消息，它则将强制性地接向能转接到任何 MSC 的 7 号信令网，而不是只为一个短消息业务中心提供一个固定的 GSM 点。

3.3 系统通信设备

GSM 无限通信模块市场上的成品很多，通过性能、价格和售后服务多方面的考虑之后，系统采用北京华容汇通信设备有线公司的 HRH GSM MODEM 3.0,它内嵌高可靠性 GSM 引擎和 51 单片机系统，标准的穿行接口和精简的软件接口协议。^[12]

1. 模块实物图



图 3-2 GSM Modem 实物照片

Fig 3-2 Picture of GSM

2. 参数指标如下：

- 工作电压：7-30V
- 工作电流：50/120mA
- 网罗参数：GSM Phase 2+ (EGSM 900 /GSM 1800)

CLASS 4(2W) for EGSM900

CLASS 1(1W) for GSM900

- 工作温度：-20℃-+55℃

3. HRH GSM MODEM 接口协议

- 帧结构：帧头（固定为 0AAH）+指令码+数据

● 接口协议

表 3-1 HRH GSM MODEM 3.0 接口协议
Table3-1 HRH GSM MODEM 3.0 Interface protocol

指令	下发数据	应答数据	说明
00H	无	AA 00 'HRH GSM MODEM' + 版本号 + '空格' + 产品序列号	设备信息查询
01H	11Bytes手机号+数据 (透明数据传输, GSM MODEM自动 完成数据格式转 换, 传输数据长度 不超过140Bytes。手 机号可以小于11 位, 不足位用0FFH 填充; 非法帧将被 丢弃)	AA 01 'ERROR'	短信未送出
		AA 01 'OK'	短信已送出
		AA 01 'SEND OK' + ':' + 1字节序号	短信送达短 信中心
		AA 01 SUCCESS' + 11Bytes手机号+ ':' + 1字节序号+短信到达短信中心 时间戳+接收到时间戳+时区码	短信已成功 送达用户
		AA 01 'FAILURE' + 11Bytes手机号+ ';' + 1字节序号+短信到达短信 中心时间戳+发送失败(一般指超 过时效)时间戳+时区	短信未成功 送达用户
02H	用于发送短消息到手机,数据格式需为 UNICODE,格式与 01H 相同, 应答数据也相同		
03H	无	AA 03 +11 位发送方手机号+短消息数据长度+短消息数据(如果原始 短消息数据为 7 位编码, 上传的短消息数据是解压缩以后的普通 8 位编 码数据, +37(原始短消息位 7 位编码)/38(原始短消息位 8 位编码) +短消息到达短信中心时间戳	短 消 息 接 收 数 据
备注	其中用 'A' 表示 ASCII 字符 A, 00 或 00H 表示 16 进制数据 00		

第四章 监测站软硬件实现

4.1 硬件设计

4.1.1 硬件组成

本系统现场监测站的硬件主要由以下三部分组成：

1. 数据采集

数据采集是完成整个系统功能的前提和基础，它的任务是将水位信号可靠、准确的转换为稳定的电信号。而完成此功能的硬件部分正是水位传感器。它作为信号采集最前端的监测仪器，技术参数最起码应在精确度、量程、稳定性(包括随时间的稳定性以及在周围环境变化条件下的稳定性)、使用寿命、使用环境要求(包括温湿度、电磁参数、电源)等方面满足监测分析的需求。^[14]

2. 数据处理

数据处理分为两个部分，其一：完成对水位传感器输出信号的处理，即对模拟量输出信号的处理，其二：完成对此信号的转换、滤波、计算、整理等功能。

3. 数据通讯

数据通讯也分为两个部分，第一：监测站数据处理仪与现场通信设备的通讯，即 PLC 与现场 GSM MODEM 的通讯；第二：完成监测站与监控中心的实时通信。^[15-17]

4.1.2 硬件选型

高潮湿、大温差、电磁环境恶劣和易受雷电危害的水工环境对监测设备的要求很高，选择有足够精确性、可靠性、长期稳定和耐久性的监测设备对监测系统意义重大。

硬件的选型，应该注意以下几点：

- (1) 要确保监测设备与监测系统兼容。
- (2) 监测仪器必须具有足够的精确性、可靠性、稳定性和耐久性。
- (3) 仪器结构要相对简单，仪器埋设、安装调试简单，受施工干扰少，出现故障易于查找、修复或更换。
- (4) 优先选用输出量无需通过复杂转换就能得到所需监测量的仪器。
- (5) 优先选用性价比高，售后服务好的设备。

经过系统分析，选型结果如下：

(1) 数据采集(水位传感器): 宝鸡秦岭传感器厂生产的 DBS-300 型压阻式液位变送器，它是一种全封闭嵌入式扩散硅液位测量仪器，可以精确到厘米，输出 4~20mA 标准电流信号。

(2) 数据处理(模拟量处理): SIEMENS 公司生产的模拟量输入模块 EM231,能够自动完成 A/D 转换，精度 12 位，自带四路输入端口。

(3) 数据处理(PLC CPU): SIEMENS 公司生产的 S7-200 CPU224, 功能强大，最多可扩展 28 路模拟量输入，自带一个 RS485 通讯接口。

(4) 数据通讯(GSM MODEM):采用与监控中心同型的 HRH GSM MODEM 3.0。

4.2 软件设计

监测站软件采用 SIEMENS S7-200 配套的 SIMATIC 指令集编制。主要完成以下功能：

1. 现场水位采集

水位传感器将水位信号以 4~20mA 的直流信号送入模拟量输入模块，转换成为 12 位的数字量信号，在 PLC CPU 内进行处理，整理成为符合通讯协议的 Unicode 码。

2. 数据远程通讯

将水位信息，通过 GSM MODEM 发送到监控中心或管理人员手机。

具体实现模式有以下几种：

(1) 定时发送：在每日定时向监控中心及管理人员手机发送当前实时水位信息。

(2) 监控中心调用：监控中心根据实际需要，随时向监测站发送特定指令，待监测站确定为正确指令后，向监控中心返回当前实时水位数据。

(3) 管理人员调用：工作人员可以随时、随地的发送通信指令至监测站，获得实时水位数据。

软件程序流程图如下：

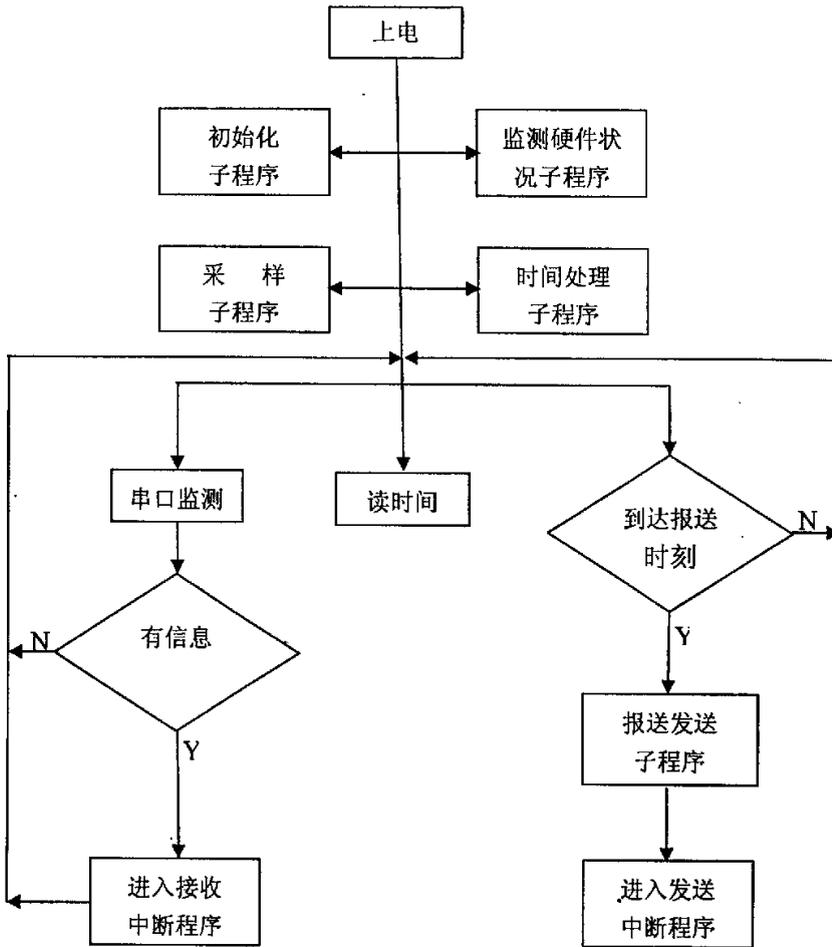


图 4-1 程序流程图

Fig 4-1 The flow chart of programme

在完成了软硬件设计后，首先进行无负载试验，运行无误后，进入单负载试验，之后带负载联机调试，最后完成现场安装调试运行。

第五章 监控中心管理软件

5.1 软件开发工具

传统的管理软件开发思路，一般是开发者选择一种自己熟悉的程序设计语言进行程序设计实现所需功能。随着科学技术的发展，管理软件处理的信息量越来越大，从而使软件的编程量很大，在这种情况下，使传统的软件开发方式产生开发成本高、开发周期长、软件通用性差、维护困难等弊端。【27-29】

组态软件将工业控制管理常用功能组合在一起形成一个新的软件平台，用户只须在这个软件平台下进行二次开发系统所需的软件即可。其优点有：（1）提高系统的成功率和可靠性；（2）缩短项目开发周期；（3）减少开发费用。

5.1.1 组态软件概述

组态（Configuration）为模块化任意组合。

通用组态软件的主要特点有：

（1）延续性和可扩充性。用通用组态软件开发的应用程序，当现场（包括硬件设备或系统结构）或用户需求发生改变时，不需作很多修改就可以方便地完成软件的更新和升级。

（2）封装性（易学易用），通用组态软件所能完成的功能都用一种方便用户使用的方法包装起来，使用户能够在较短的时间内很好地完成一个复杂工程所要求的所有功能。

(3) 通用性, 每个用户根据工程实际情况, 利用通用组态软件提供的底层设备 (PLC、智能仪表、智能模块、板卡、变频器等) 的 I/O 驱动、开放式的数据库和画面制作工具, 就能完成一个具有动画效果、实时数据处理、历史数据和曲线并存、具有多媒体功能和网络功能的工程, 不受行业限制。【25-26】

最早开发的通用组态软件是 DOS 环境下的组态软件, 其特点是具有简单的人机界面 (MMI)、图库、绘图工具箱等基本功能。随着 Windows 的广泛应用, Windows 环境下的组态软件成为主流。与 DOS 环境下的组态软件相比, 其最突出的特点是图形功能有了很大的增强。【18-22】

目前中国市场上的组态软件产品按厂商可大致划分为三类, 即国外专业软件厂商提供的产品, 国外硬件或系统厂商提供的产品, 以及国内自行开发的国产化产品。

其中, 国外优秀通用组态软件主要有美国 Wonderware 公司的 InTouch、美国 Intellution 公司的 FIX 及新推出的 iFIX、澳大利亚 CIT 公司的 Citect、德国西门子公司的 WinCC 等等。但是它们一般是在英文环境下开发的, 具有应用时间长、用户界面不理想、不支持或不免费支持国内普遍使用的硬件设备、组态软件本身费用和组态软件培训费用高昂等因素, 这些也正是国外通用组态软件在国内不能广泛应用的原因。

随着国内计算机水平和工业自动化程度的不断提高, 通用组态软件的市场需求日益增大。近年来, 一些技术力量雄厚的高科技公司相继开发出了适合国内使用的通用组态软件, 如: 组态王、SYNALL、MCGS、天工、ControlX、虎翼、力控等。其中最具有影响力的是国内第一家拥有自主知识产权的北京亚控公司组态软件“组态王”。【23】

组态王版本更新较快、功能全面、售后服务好, 所以本系统选用“组

态王”最新版本“组态王 6.5”作为开发工具进行监控管理软件的开发。

5.1.2 组态王

一、软件概述

“组态王”是在流行的微机上建立工业控制对象的人机接口的一种智能软件包，它以 Windows2000/WindowsXP 中文操作系统为其操作平台，充分利用了 Windows 的图形功能完备、界面一致性好、易学易用的特点，它使采用微机开发的系统工程比以往的使用专用机开发的工业控制系统更有通用性，大大地减少了工控软件开发者的重复性工作，并可运用微机丰富的软件资源进行开发。^[24]

该软件采用全新中文 Explorer 界面并拥有丰富的绘图工具、庞大的图形库（包括大量工业标准元件）、支持多媒体、支持 ODBC 数据库、提供功能强大的控件和控制语言，使用灵活、方便。

组态王可以与一些常用 I/O 设备直接进行通讯，I/O 设备包括：可编程控制器(PLC)、智能模块、板卡、智能仪表等等。组态王的驱动程序采用 ActiveX 技术，使通讯程序和组态王构成一个完整的系统，保证运行系统的高效率。

“组态王”提供给用户丰富方便的作图工具，提供了大量常用的工业设备图符和仪表图符等十几个图库，它还提供了实时和历史趋势曲线与报警窗口等复杂的图素，大大方便了用户开发工程界面，利用图库的开放性，工程人员还可以生成自己的图库元素。

“组态王”软件是真正的 32 位程序，支持多任务、多线程。充分利用面向对象的技术和控件动态连接技术，如：棒图控件、温度曲线控件、窗口类控件、多媒体控件等。它提供良好的显示画面和编程环境，从而方

便灵活地实现多任务操作。

二、软件开发环境

“组态王”的工程浏览器为整个软件的开发提供了一个模块化的便捷的开发环境，其结构如下图所示。

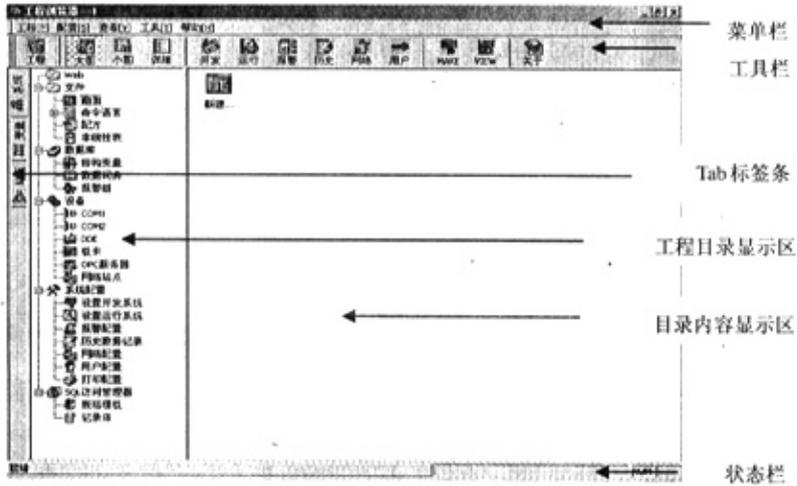


图 5-1 组态王工程浏览器

Fig 5-1 KingView exploitation

组态王的工程浏览器由 Tab 标签条、菜单栏、工具栏、工程目录显示区、目录内容显示区、状态栏组成。

一、工具按钮

工具条按钮是工程浏览器中菜单命令的快捷方式。当鼠标放在工具条的任一按钮上时，立刻出现一个提示信息框标明此按钮的功能。



工具按钮条上的每一个按钮对应着一个菜单命令，分别介绍如下：

 “工程\启动工程管理器” 菜单命令的快捷方式;用于打开工程管理器，单击则弹出“工程管理器”画面。

 “查看\大图标”菜单命令的快捷方式;用于将目录内容显示区中的内容以大图标显示。

 “查看\小图标”菜单命令的快捷方式;用于将目录内容显示区中的内容以小图标显示。

 “查看\详细资料”菜单命令的快捷方式;用于将目录内容显示区中各成员项所包含的全部详细内容显示出来。

 “配置\开发系统”菜单命令的快捷方式;用于对开发系统外观进行设置。

 “配置\运行系统”菜单命令的快捷方式;定义运行系统基准频率、设定运行、系统启动时自动打开的主画面等。

 “配置\报警配置”菜单命令的快捷方式;用于将报警和事件信息输出到文件、数据库和打印机中的配置。

 “配置\历史数据记录”菜单命令的快捷方式。此菜单命令和历史数据的记录有关，是用于对历史数据记录文件保存路径和其它参数（如数据文件记录时数、记录起始时刻、数据保存天数）进行配置。

 “配置\网络配置”菜单命令的快捷方式；用于配置组态王网络，单击此按钮后弹出“网络配置”对话框。

 “配置\用户配置”菜单命令的快捷方式；用于建立组态王用户、用户组，以及安全区配置。

 用于“切换到 Make”，即切换到组态王画面开发系统。

 用于“切换到 View”，即切换到组态王运行环境。

 “帮助\关于”菜单命令的快捷方式。显示组态王的版本情况和组态王的帮助信息。

二、工程目录显示区

工程浏览器左侧是工程目录显示区，主要展示工程的各个组成部分，主要包括“系统”、“变量”和“站点”三部分，它们之间的切换是通过工程浏览器最左侧的 Tab 标签实现的。

其中“变量”主要用来对变量包括变量组进行管理；“站点”用来显示定义的远程站点的详细信息；“系统”是编程环境的主体，共有 Web、文件、数据库、设备、系统配置和 SQL 访问管理等六大项。具体如下：

1. **Web** 为组态王 For Internet 工具。用来进行功能界面的网页发布，供远程浏览。

2. **文件** 主要包括：画面、命令语言、配方和非线性表。

画面是进行人机界面设置的开发环境，人机界面是使用者和计算机联系的中间媒介，有效的人机界面不仅仅在于显示，更主要的是实现人机之间有效的信息交流。

组态王中命令语言是一种在语法上类似 C 语言的程序，工程人员可以利用这些程序来增强应用程序的灵活性、处理一些算法和操作等。其中命令语言又包括应用程序命令语言、数据改变命令语言、事件命令语言、热键命令语言和自定义函数命令语言。

3. **数据库** 主要包括：结构变量、数据词典和报警组。

数据库是“组态王”软件的核心部分，工业现场的生产状况要以动画的形式反映在屏幕上，操作者在计算机前发布的指令也要迅速送达生产现

场，所有这一切都是以实时数据库为中介环节，所以说数据库是联系监控中心和监控站的桥梁。

数据库中变量的集合形象地称为“数据词典”，数据词典记录了所有用户可使用的数据变量的详细信息。

在监控系统中，为了方便查看、记录和区别不同的报警信息，将不同变量产生的报警信息归到不同的报警组中。

4. 设备 组态王把那些需要与之交换数据的设备或程序都作为外部设备。主要包括：串口设备、DDE 设备、板卡、OPC 服务器和网络站点。它们一般通过串行口和监控中心交换数据，其他 Windows 应用程序，则一般通过 DDE 方式与监控中心交换数据。

5. 系统配置 主要包括：设置开发系统、设置运行系统、报警配置、历史数据记录、网络配置、用户配置和打印配置。

6. SQL 访问管理器 主要包括：表格模板和记录体。

组态王提供集成的 SQL 访问管理，其功能是为了实现组态王和其他 ODBC 数据库之间的数据传输。SQL 访问管理器用来建立数据库列和组态王变量之间的联系。通过表格模板在数据库创建表格，表格模板信息存储在 SQL.DEF 文件中；通过记录体建立数据库表格列和组态王之间的联系，允许组态王通过记录体直接操纵数据库中的数据，这种联系存储在 BIND.DEF 文件中。

三、目录内容显示区

右侧是目录内容显示区，将显示每个工程组成部分的详细内容，同时对工程提供必要的编辑修改功能。

5.2 软件总体设计

本监控管理软件以“组态王 6.5”组态软件作为开发平台，通过程序设计，实现了水情监控管理软件对 GSM 短消息数据通信过程的控制，从而开发了一种性能优良的新型远程水情监控管理软件。

一、软件实现的主要功能有：

1. 通过 GSM 调制解调器与监测站进行无线通信,实现数据的远程无线实时传输。

2. 通过程序设计将采集的水位信息自动进行处理,转换为可以显示、存储、分析、统计的数据格式。

3. 通过程序设计将在无人值守的情况下,实现数据的自动采集、显示、存储及报表自动生成;能够自动检测到非正常状态的发生(报警发生),并在报警发生时发出语音警告,同时给工作人员手机发送警告信息。

4. 实现良好的便于用户操作的人机交互界面,由五大模块的功能界面组成,分别实现如下功能:

- 通信模块:工作人员根据需要在该功能模块的界面中随时通过相应的功能按钮进行信息的采集与发送。

- 数据库模块:用户可以在程序运行当中通过该界面中的相关按钮的操作对数据库中的记录进行查看、分类查询及表格打印输出等操作。

- 报表模块(日报表和月报表):通过相应的按键可以实现报表文件的查询、显示、删除、打印等操作。

- 报警模块(实时报警窗口和历史报警窗口),用户可以通过对报警窗口菜单的操作,查看报警事件和记录。

- 历史趋势曲线模块:用户可以根据需要通过曲线的相关设置和操作查看趋势曲线。

二. 软件的设计流程图如下:

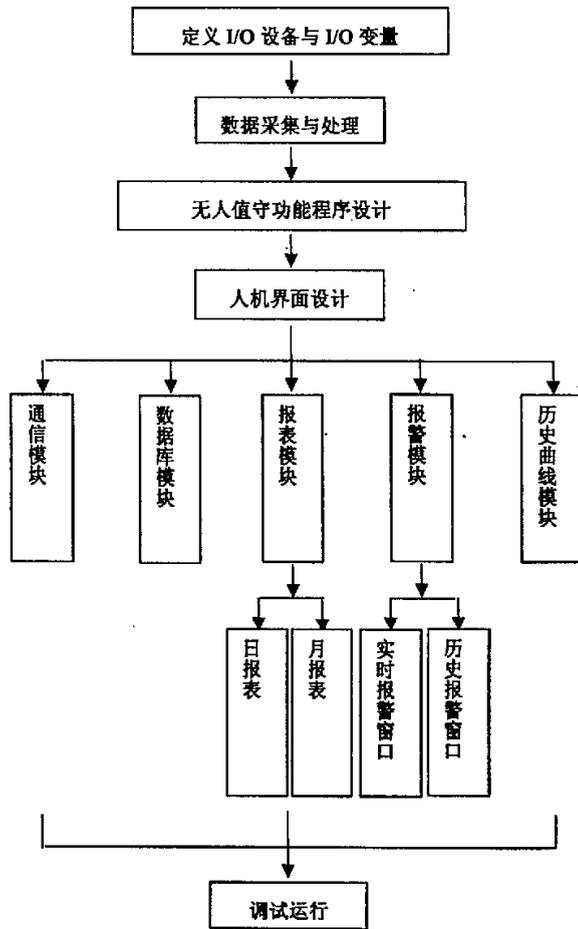


图 5-2 软件设计流程图

Fig 5-2 The flow chart of programme

5.3 定义 I/O 设备与 I/O 变量

监控中心要得到水位信息首先要解决 GSM 无线通信模块与监控软件的通信接口问题, 实现该功能首先要定义 I/O 设备与 I/O 变量。

5.3.1 定义 I/O 设备

只有在定义了外部设备之后，组态王才能通过 I/O 变量和它们交换数据。

组态王的设备管理结构列出已配置的与组态王通讯的各种 I/O 设备名，每个设备名实际上是具体设备的逻辑名称（简称逻辑设备名，以此区别 I/O 设备生产厂家提供的实际设备名），每一个逻辑设备名对应一个相应的驱动程序，以此与实际设备相对应。组态王的设备管理增加了驱动设备的配置向导，工程人员只要按照配置向导的提示进行相应的参数设置，选择 I/O 设备的生产厂家、设备名称、通讯方式，指定设备的逻辑名称和通讯地址，则组态王自动完成驱动程序的启动和通信。

组态王本身没有提供与 HRH GSM MODEM 3.0 无线通信模块设备直接进行短信息通信的驱动程序，本系统首先通过 RS-232 串口线将 GSM MODEM 连接到 PC 机的 COM1 端口，选用北京亚控公司的串口发送数据硬件设备的驱动程序进行串口通信，然后通过后台命令语言编程，将信息进行判断，分离，数据格式转换等处理后，最终实现了监控软件与 HRH GSM MODEM 3.0 的短消息通信问题，从而实现了水位信息的远程无线传输。

在工程浏览器的目录显示区，用鼠标左键单击“设备”下的成员 COM1，则在目录内容显示区出现“新建”图标。选中“新建”图标后用左键双击，弹出“设备配置向导”对话框，按照向导提示进行设置，设置完成后弹出如下设备配置向导——“信息总结”对话框，如下图所示：



图 5-3 对话框
Fig 5-3 Dialog box

此向导页显示已配置的串口设备的设备信息，供工程人员查看，如果需要修改，单击“上一步”按钮，则可返回上一个对话框进行修改，如果不需要修改，单击“完成”按钮，则工程浏览器设备节点处显示已添加的串口设备。

设备配置好了以后还需要对计算机通讯时串口的参数进行设置。用鼠标左键双击设备下的成员 COM1，则出现串口-COM1 通信参数设置的对话框，根据 GSM MODEM 的通信参数相应的将 COM1 的通信参数设置为波特率：9600；数据位：8；无校验；停止位：1；通信超时：9600；通信方式：RS232。

到此，I/O 设备就完全设置好了，接下来定义与之通信的 I/O 变量，就可以实现监控软件与 GSM Modem 的串行通信了。

5.3.2 定义 I/O 变量

组态王系统中控制变量的基本类型共有两类：I/O 变量和内存变量。

I/O 变量是指可与外部数据采集程序直接进行数据交换的变量，这种数据交换是双向的、动态的，就是说：在“组态王”系统运行过程中，每当 I/O 变量的值改变时，该值就会自动写入监控站或其它应用程序；每当监控站或应用程序中的值改变时，“组态王”系统中的变量值也会自动更新。所以，那些从监控站采集来的数据、发送给监控站的指令，都需要设置成“I/O 变量”。内存变量是指那些不需要和其它应用程序交换数据、也不需要从监控站得到数据、只在“组态王”内需要的变量，比如计算过程的中间变量，就可以设置成“内存变量”。

I/O 变量的定义步骤如下：

选择工程浏览器目录显示区中“数据库\数据词典”，在工程浏览器右侧用鼠标左键双击“新建”图标，弹出“变量属性”对话框，进行变量的相应设置。设置内容：变量名称→变量类型→初始值→连接设备（只有 I/O 变量此选项才有效）→寄存器→数据类型→读写方式→采集频率。

如前所述，系统定义了一个名为串口的 I/O 设备，组态王为串口设备提供的寄存器类型如下表所示：

表 5-1 寄存器类型
Tab5-1 Register type

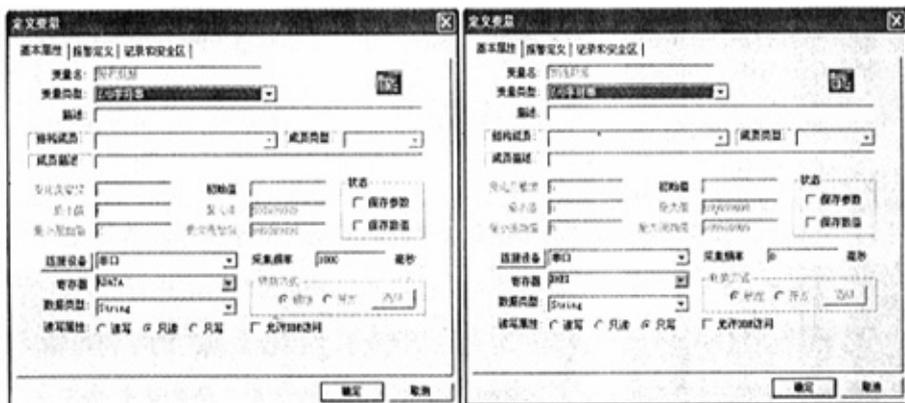
寄存器名称	变量类型	数据类型	寄存器数据范围	读写属性	寄存器说明
DSTR	I/O 字符串	tring	0-127 字符	只写	字符串输出
DHEX	I/O 字符串	String	0-127 字符	只写	16 进制输出
RDATA	I/O 字符串	String	0-127 字符	只读	16 进制输入
SDATA	I/O 字符串	String	0-127 字符	只读	字符串输入

根据我们所选的 GSM Modem 的通信指令（参看第三章 3.3 节），我们选用的是 16 进制输入或输出的寄存器。

一个逻辑设备,可与多个 I/O 变量对应，系统定义了两个与该设备连接的 I/O 变量：

- 接收数据：从设置的串口寄存器中读取数据。
- 发送数据：往设置的串口寄存器中写数据。

具体定义后的变量属性分别如下：



(a)接收数据属性

(b)发送数据属性

图 5-4 变量属性框

Fig 5-4 Variable properties box

注意：只写变量的采集频率设为 0。

5.4 数据采集与处理

如前所述，I/O 变量可与外部数据采集设备直接进行双向的、动态的数据交换，就是说系统运行过程中，每当 I/O 变量“发送数据”的值改变时，该值就会自动写入 GSM Modem 中；每当 GSM Modem 中的值改变时，I/O 变量“接收数据”的值也会自动更新。所以，通过对 I/O 变量“发送

数据”和“接收数据”值的控制与处理就可以实现 PC 机与 GSM Modem 的通信了。

我们首先通过通信测试得到系统可能遇到的通信情况，及通信成功后返回的水情信息数据格式。

5.4.1 通信测试

5.4.1.1 测试环境设计

1. 首先将 GSM Modem 通过 RS232 串口线连接到 PC 机 COM1 串口，并给 GSM Modem 供电。

2. 然后在开发环境下设计一个测试画面，画面设置“发送”和“接收”两个文本图形。

3. 将“发送”文本设置为 I/O 变量“发送数据”的字符串输入连接，这样就可以在运行时在该文本处对 I/O 变量“发送数据”的值进行设定。

4. 将“接收”文本设置为已定义的 I/O 变量“接收数据”的字符串输出连接，这样在运行时该文本将反映 I/O 变量“接收数据”值的更新情况。

5.4.1.2 运行测试

切换到运行环境，进行通信测试。

在“发送”文本输入处通信指令：AA02+监测站点 GSM Modem 的 SIM 卡号+密码，其中密码是预先跟监测站约定好的，该值会自动写入 GSM Modem 中，然后 GSM Modem 会以短消息的方式与相应的监测站点的 GSM Modem 进行通信。

如果通信成功，监测站接收到该指令后，进行相应的处理，处理完毕后，将实时水位信息通过短消息方式返回到监控中心的 GSM Modem 中，“接收数据”的值也会自动更新并在“接收”文本处输出。

如果通信不成功将会在“接收”文本处显示相应的通信状态。

注意：通信指令中的 SIM 卡号（即手机号码）是 11 位的 ASCII 码，密码是 16 进制表示的 Unicode 码。

5.4.1.3 测试结果及分析

一. 测试结果

通过测试，“接收数据”的值在通信过程中有以下几种情况：

- AA01 +SEND OK 短信已送达短信中心，并且短信中心已经下发给接收方。

- AA01 +ERROR:短信未从 GSM MODEM 送出，可能是未登陆网络或 SIM 卡故障。

- AA01+ OK： 短信已从 GSM MODEM 送出，但未送达短信中心，可能是信号质量差或天线连接不好。

- AA01+FAILURE+站点 SIM 卡号+时间戳： 短信中心未能将短信送达接收方或接收方已经收到短信，但其给短信中心的回应没有收到。

- AA01+ SUCCESS+ 站点 SIM 卡号+ 时间戳:通信成功，接着返回传输的水位信息，格式如下：

AA03+发送方手机号（站点 SIM 卡号 ASC 码）+31（短信数据长度 1 字节）+短信内容（水位信息）+37(原始短信数据为 7 位编码)/38（原始短信数据为 8 位编码）+短信到达短信中心时间戳。

具体收到得的数据格式如下：

```
AA 01 53 55 43 43 45 53 53 31 33 37 35 33 34 35 30 30 39 33 3A E7 30
35 30 34 31 38 30 38 34 35 32 37 30 30 30 35 30 34 31 38 30 38 34 35 33 33
30 30
```

```
AA 03 31 33 37 35 33 34 35 30 30 39 33 38 00 32 00 30 00 30 00 35 5E
74 00 30 00 34 67 08 00 31 00 38 65 E5 00 30 00 38 65 F6 00 34 00 33 52 06
```

00 30 00 30 00 31 00 38 00 2E 00 30 00 30 7C 73 00 20 00 4F 00 4B 38 30 35
30 34 31 38 30 38 34 35 33 36 30 30

注意:

1. 以上返回信息中的英文字符及水位信息都是以 16 进制显示的该字符的 Unicode 码。

2. 根据监测站软件的编程, 发送的水位信息内容是: 测量日期+测量时间+水位值。

二. 分析

1. 通信结果分析

由上面的结果, 我们可以看出, 通信状态的返回都是以 AA01 开头的 16 进制数, 不同的通信状态返回的字符串的字符个数不同, 通信成功时“接收数据”数据的字符个数是 100 个。

2. 水情数据分析

通信成功后将返回如下格式的信息:

AA03+站点 SIM 卡号+31 (短信数据长度 1 字节)+测量日期+测量时间+水位值+37(原始短信数据为 7 位编码)/38 (原始短信数据为 8 位编码)+短信到达短信中心时间戳。

其中我们所需要的信息只有站点卡号 (以区分是那个测点的水情数据) 和所有的水情信息内容。

5.4.2 数据处理

数据处理的目的是进行通信状态的判断、通信成功后将有用的水位信息进行提取、分离和数据格式转换。进行数据处理之前需要定义内存变量, 才能完成所需功能的实现。

5.4.2.1 定义内存变量

前面定义 I/O 变量时介绍了组态王系统中控制变量的基本类型共有两类，内存变量是不与外部设备进行数据交换，在程序设计中间需要使用的一些变量。

组态王中变量的数据类型与一般程序设计语言中的变量比较类似，主要有以下几种：

实型变量:类似一般程序设计语言中的浮点型变量，用于表示浮点(float)型数据，取值范围 $10E-38 \sim 10E+38$ ，有效值 7 位。

离散变量:类似一般程序设计语言中的布尔(BOOL)变量，只有 0, 1 两种取值，用于表示一些开关量。

字符串型变量:类似一般程序设计语言中的字符串变量，可用于记录一些有特定含义的字符串，如名称，密码等，该类型变量可以进行比较运算和赋值运算。字符串长度最大值为 128 个字符。

整数变量:类似一般程序设计语言中的有符号长整数型变量，用于表示带符号的整型数据，取值范围： $-2147483648 \sim 2147483647$ 。

结构变量:为方便用户快速、成批定义变量，组态王使用结构数据类型定义结构变量。结构变量是指利用定义的结构模板在组态王中定义变量，该结构模板包含若干个成员，当定义的变量的类型为该结构模板类型时，该模板下所有的成员都成为组态王的基本变量。结构变量中结构模板数目最多为 64 个。

项目的测量站点的个数不同定义的内存变量个数和内容不同。

首先要定义用来处理各部分水位信息的内存变量，定义这些变量的时候，用到了结构变量的定义，结构变量的名称一般为测点标号，其中的成员变量一般包括：

- 测量日期（字符串型）
- 测量时间（字符串型）
- 水位值（实型）

结构变量定义成功以后，必须在数据词典中定义该结构变量类型的基本变量，编程的时候才能引用，为了实现其他功能，本系统还定义了其他一些基本变量，表 5-2 所示：

表 5-2 变量表格
Table5-2 Variable table

变量名	变量类型	数据类型	变量作用描述	个数
报表名	内存变量	字符串	处理报表名列表信息	1
列表数据	内存变量	整型	处理手机号码列表信息	1
DeviceID	内存变量	整型	标识数据库连接产生的连接号	1
查询条件	内存变量	整型	处理数据库的查询条件	1
His	内存变量	字符串	设置水位的历史曲线	1
实时报警	内存变量	字符串	设置实时报警窗口	1
历史报警	内存变量	字符串	设置历史报警窗口	1

除此之外，组态王中系统预设了一些变量，本系统中用到的有以下变量：

- \$年：返回系统当前日期的年份。
- \$月：返回 1 到 12 之间的整数，表示一年之中的某一月。
- \$日：返回 1 到 31 之间的整数，表示一月之中的某一天。
- \$时：返回 0 到 23 之间的整数，表示一天之中的某一钟点。
- \$分：返回 0 到 59 之间的整数，表示一小时之中的某分钟。
- \$秒：返回 0 到 59 之间的整数，表示一分钟之中的某个秒。
- \$日期：返回系统当前日期。

\$时间：返回系统当前时间。

以上变量由系统自动更新，工程人员只能读取时间变量，而不能改变它们的值。

5.4.2.2 相关函数介绍

数据处理程序是在组态王提供的编程环境下进行程序设计的，编程语法跟 C 语言基本一致；编程环境提供了丰富的运算符、数学函数、字符串函数、控件函数、SQL 函数和系统函数。数据处理用到的函数有：

- StrLen：此函数返回某一指定的文字变量的长度。
- StrMid：此函数从指定的位置开始，从一个文字变量中返回指定个数的字符。
- StrRight：此函数返回指定文字变量的最末端(或最右)若干个字符。
- StrToReal：此函数将一个由数字组成的字符串转换成一个能用于数字计算的实数值。

5.4.2.3 程序设计

以某一测点（测点 3）水位信息的处理为例，实现数据处理的程序如下：

```
long m=StrLen(接收数据);
string str26=StrLeft(接收数据, 26);
//通信状态
if(m==22){通信状态="初始化!";}
if(m==100){通信状态="通信成功!";}
//进行相应测点水位信息的提取，数据格式转换
if(m==127&&str26=="AA033133373533343530303933")
//AA03 代表此字符串是返回的水位信息，
//3133373533343530303933 是测点 3 的 GSM Modem 的 SIM 卡号
```

13753450093 的 ASCII 码

```
{测点 3.测量日期=StrMid(接收数据, 40,1)+StrMid(接收数据, 44,1)+"年"+StrMid(接收数据, 52,1)+StrMid(接收数据, 56,1)+"月"+StrMid(接收数据, 64,1)+StrMid(接收数据, 68,1)+"日";
```

```
测点 3.测量时间=StrMid(接收数据, 76,1)+StrMid(接收数据, 80,1)+"时"+StrMid(接收数据, 88,1)+StrMid(接收数据, 92,1)+"分";
```

```
string a=StrMid(接收数据, 108,1)+StrMid(接收数据, 112,1)+"."+StrMid(接收数据, 120,1)+StrMid(接收数据, 124,1);
```

```
测点 3.水位值=StrToReal(a);}
```

5.5 无人值守功能程序设计

一. 无人值守功能的程序设计要实现的功能是:

1. 定时进行水位信息的自动采集、处理、显示。
2. 将处理后的水位进行自动存储; 存贮路径有两种: 一是建立水情信息数据库, 另一种是建立“测量信息”文件夹, 将水位信息记录在相应子文件夹(以测点为单位)的文本文件中, 作为数据信息的备份, 用户可以随时查看该文档。
3. 自动生成日报表, 并定时进行报表的打印输出, 当每月结束时, 系统将自动生成该月的月报表, 并对该月最大值, 最小值, 平均值进行统计。
4. 能够自动检测到非正常状态的发生(报警发生), 并在报警发生时发出语音警告, 同时自动给工作人员手机发送警告信息。

二. 在进行程序设计以前需要进行一些预备的工作:

1. 通过 SQL 管理器建立水情数据库与内存变量的连接。

组态王可以与其他外部数据库(支持 ODBC 访问接口)进行数据传输,首先在系统 ODBC 数据源中添加数据源,建立水情信息数据库,通过表格模板创建数据库中的表格;通过记录体建立数据库表格列和组态王变量之间的联系,然后就可以通过 SQL 函数进行创建表格,插入、删除记录,编辑已有的表格,清空、删除表格,查询记录等操作。组态王支持与多种形式的数据库进行数据传输,本系统采用 Microsoft Access 小型数据库就可以满足工程的需要了。

2. 建立报表模版画面。

要进行报表的自动生成首先要设置报表模版。

首先,建立一个名为后台报表的功能画面,在该画面中设置一个报表图形(组态王提供了这样的报表图形);将该报表定义为“后台报表”,并根据工程实际的要求将报表格式设置好。然后,建立一个名为前台报表的功能画面,在该画面中同样设置一个报表图形,将该报表定义为“前台报表”;对该报表进行与“后台报表”相同格式的设置。

通过程序设计将在软件运行当中实现以下功能:

- 当采集信息返回时会自动添加到“后台报表”相应的行列中;当到达设定的时间时,自动将此报表存到报表文件夹下。
- 事后可以通过“前台报表”对该文件下的报表进行查询、打印等操作。

3. 在固定的路径下建立“测量信息”、“日报表”和“月报表”三个文件夹,用来进行水情信息的存储备份。

三. 命令语言编辑环境

该功能程序设计是在后台命令语言编辑环境下实现的。

命令语言都是靠事件触发执行的，如定时、数据的变化、键盘键的按下、鼠标的点击等。根据事件和功能的不同，包括应用程序命令语言、热键命令语言、事件命令语言、数据改变命令语言、自定义函数命令语言、动画连接命令语言和画面命令语言等。各种命令语言通过“命令语言编辑器”编辑输入，运行系统中被编译执行。其中应用程序命令语言、热键命令语言、事件命令语言、数据改变命令语言可以称为“后台命令语言”，它们的执行不受画面打开与否的限制，只要符合条件就可以执行。

1. 应用程序命令语言是指在组态王运行系统应用程序启动时、运行期间和程序退出时执行的命令语言程序。如果是在运行系统运行期间，该程序按照指定时间间隔定时执行。

2. “热键命令语言”链接到工程人员指定的热键上，软件运行期间，工程人员随时按下键盘上相应的热键都可以启动这段命令语言程序。

3. 数据改变命令语言：数据改变命令语言触发的条件为连接的变量或变量的域的值发生了变化，在命令语言编辑器“变量[域]”编辑框中输入或通过单击“？”按钮来选择变量名称或变量的域，当连接的变量的值发生变化时，系统会自动执行该命令语言程序。

4. 事件命令语言：事件命令语言是指当规定的表达式的条件成立时执行的命令语言，事件命令语言有三种类型：

- 发生时：事件条件初始成立时执行一次。
- 存在时：事件存在时定时执行，在“每……毫秒”编辑框中输入执行周期，则当事件条件成立存在期间周期性执行命令语言。
- 消失时：事件条件由成立变为不成立时执行一次。

5. 动画连接命令语言：

对于图素，有时一般的动画连接表达式完成不了工作，而程序只需要

点击一下画面上的按钮等图素才执行，如点击一个按钮，执行一连串的动作，或执行一些运算、操作等。这时可以使用动画连接命令语言。该命令语言是针对画面上的图素的动画连接的，组态王中的大多数图素都可以定义动画连接命令语言。如在画面上放置一个按钮，双击该按钮，弹出动画连接对话框。

在“命令语言连接”选项中包含三个选项：

- 按下时：当鼠标在该按钮上按下时，或与该连接相关联的热键按下时执行一次。
- 弹起时：当鼠标在该按钮上弹起时，或与该连接相关联的热键弹起时执行一次。
- 按住时：当鼠标在该按钮上按住，或与该连接相关联的热键按住，没有弹起时周期性执行该段命令语言。按住时命令语言连接可以定义执行周期，在按钮后面的“毫秒”标签编辑框中输入按钮被按住时命令语言执行的周期。

单击任何一个图素都会弹出动画连接命令语言编辑器。其用法与其它命令语言编辑器用法相同。动画连接命令语言可以定义关联的动作热键，单击“等价键”中的“无”按钮，可以选择关联的热键，也可以选择<Ctrl>、<Shift>与之组成组合键。运行时，按下此热键，效果同在按钮上按下鼠标键相同。定义有动画连接命令语言的图素可以定义操作权限和安全区，只有符合安全条件的用户登录后，才可以操作该按钮。

6. 画面命令语言就是与画面显示与否有关系的命令语言程序。画面命令语言定义在画面属性中。画面命令语言分为三个部分：显示时、存在时、隐含时。

- 显示时：打开或激活画面为当前画面，或画面由隐含变为显示时执行一次。
- 存在时：画面在当前显示时，或画面由隐含变为显示时周期性执行，可以定义指定执行周期，在“存在时”中的“每...毫秒”编辑框中输入执行的周期时间。
- 隐含时：画面由当前激活状态变为隐含或被关闭时执行一次。

只有画面被关闭或被其它画面完全遮盖时，画面命令语言才会停止执行。只与画面相关的命令语言可以写到画面命令语言里——如画面上动画的控制等，而不必写到后台命令语言中——如应用程序命令语言等，这样可以减轻后台命令语言的压力，提高系统运行的效率。

四. 功能实现

1. 自动采集信息的功是在事件命令语言编辑环境下实现，如下图所示：



图 5-5 事件命令语言编辑器

Fig5 - 5 Event command language editor

事件描述中的触发条件可以根据实际工程的要求进行相应的设置。

2. 采集信息的各种处理程序在数据改变命令语言编辑环境编程实现

将连接的变量设置为 I/O 变量“接收数据”，

输入程序如下：

```
long m=StrLen(接收数据);
```

```
string str26=StrLeft(接收数据, 26 );
```

```
//通信状态
```

```
if(m==22){通信状态="初始化! ";}
```

```
if(m==100){通信状态="通信成功! ";}
```

```
//进行相应测点水位信息的提取，数据格式转换
```

```
if(m==127&&str26=="AA033133373533343530303933")
```

//AA03 代表此字符串是返回的水位信息，3133373533343530303933
是测点 3 的 GSM Modem 的 SIM 卡号 13753450093 的 ASC 码

```
{
```

```
测点 3. 测量日期=StrMid(接收数据, 40,1 )+StrMid(接收数据,
44,1 )+"年"+StrMid(接收数据, 52,1 )+StrMid(接收数据, 56,1 )+"月
"+StrMid(接收数据, 64,1 )+StrMid(接收数据, 68,1 )+"日";
```

```
测点 3. 测量时间=StrMid(接收数据, 76,1 )+StrMid(接收数据, 80,1 )+"
时"+StrMid(接收数据, 88,1 )+StrMid(接收数据, 92,1 )+"分";
```

```
string a=StrMid(接收数据, 108,1 )+StrMid(接收数据,
112,1 )+"."+StrMid(接收数据, 120,1 )+StrMid(接收数据, 124,1 );
```

```
测点 3.水位值=StrToReal( a );
```

```
}
```

```
//将信息存到数据库中
```

```
SQLInsert( DeviceID, "测点 3", "BIND3" );
```

```
//将信息设置到报表模板中
```

```
ReportSetCellString("后日报表",30, 5, a);  
//将信息存到文件夹中  
string Filed="D:\测量信息\测点 3\"+测点 3. 测量日期+".txt";  
string xinxi3=\\本站点\单点信息.日期+\\本站点\单点信息.时间+a;  
FileWriteStr( Filed, 0, xinxi3, 1);  
//报警发生时发出语音警告, 并向工作人员手机发送警告信息  
If (测点 3.水位值>=19)  
{PlaySound( "E:\语音报警.wav", 2 );  
发送数据="AA023133383533343536323234  
6D4B70B9003353D1751F62A58B66";}  
}
```

由上一节的叙述可知, 当 GSM Modem 接收到短信息后, I/O 变量“接收数据”的值就会改变, 此时系统会自动执行以上命令语言程序, 从而在无人值守的情况下实现数据的自动采集、显示、存储、生成报表; 自动检测非正常状态的发生 (报警发生), 并在报警发生时发出语音警告并自动给工作人员手机发送警告信息。

5.6 人机界面设计

人机界面是使用者和计算机联系的中间媒介, 有效的人机界面不仅仅在于显示, 更主要的是必须实现人机之间有效的信息交流, 它不是单一的文字处理, 而是文字和图形的和控件的综合处理。

进行人机界面设置步骤如下:

一. 创建功能画面

首先根据所要实现的功能设计功能画面, 这些画面都是由“组态王”

提供的类型丰富的图形对象组成的。这些图形包括：矩形（圆角矩形）、直线、椭圆（圆）、扇形（圆弧）、点位图、多边形（多边形）、文本等基本图形对象，及按钮、趋势曲线窗口、报警窗口、报表等复杂的图形对象，并提供了对图形对象在窗口内任意移动、缩放、改变形状、复制、删除、对齐等编辑操作，全面支持键盘、鼠标绘图，并可提供对图形对象的颜色、线型、填充属性进行改变的操作工具。设计人员可以对这些图形进行任意组合。

二. 建立动画连接实现相应功能

定义动画连接是指在画面的图形对象与数据库的数据变量之间建立一种关系，当变量的值改变时，在画面上以图形对象的动画效果表示出来；或者由软件使用者通过图形对象改变数据变量的值。“组态王”提供了21种动画连接方式：

表 5-3 动画连接方式
Table 5-3 Animation attended mode

属性变化	线属性变化、填充属性变化、文本色变化
位置与大小变化	填充、缩放、旋转、水平移动、垂直移动
值输出	模拟值输出、离散值输出、字符串输出
值输入	模拟值输入、离散值输入、字符串输入
特殊	闪烁、隐含
滑动杆输入	水平、垂直
命令语言	按下时、弹起时、按住时

一个图形对象可以同时定义多个连接，组合成复杂的效果，以便满足实际中任意的动画显示需要。本系统中的界面设计涉及到了所有的动画连接，由通信、数据库、报表（日报表和月报表）、报警（实时报警和历史报警）、历史趋势曲线五大模块的功能界面组成，可以实现水位信息的远程无线自动采集，多类型显示，存储，分析，报警，远程短信息转发及打

印输出等功能。整个人机界面都是以菜单或对话框的形式与用户进行交互的，便于工作人员操作。

各个功能模块具体的界面及功能下面将分别详细进行介绍。

5.6.1 通信模块

通信模块的功能界面如图 5-6 所示：

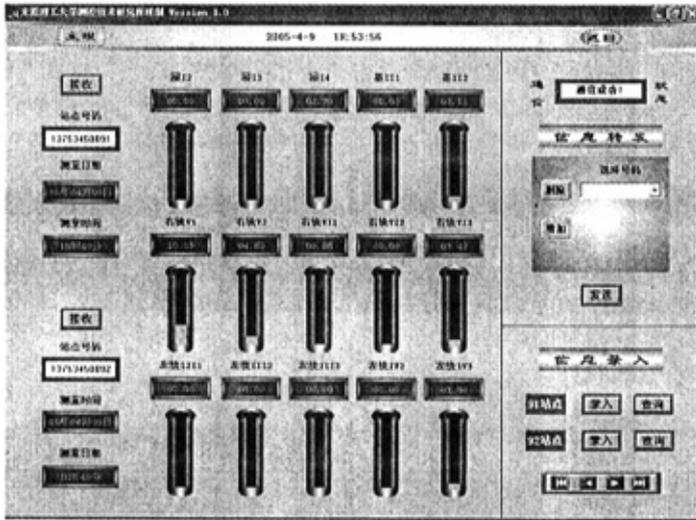


图 5-6 通信模块功能界面
Fig 5-6 Communication module interface

该功能界面的操作及实现功能如下：

1. 信息采集与动态显示

单击界面左边“接收”按钮，将会通过串口发送通信指令给 GSM MODEM 与监测站进行通信。界面右上方的通信状态显示框，显示通信过程中的通信状态；当显示“通信成功！”时，对应的水位信息将会显示在对应的文本图形处，文本下方的柱形图将会根据水位值进行相应的缩放，这样可以很形象的将各个测点的水位值显示出来。

2. 水位信息的转发

界面右边的手机号码列表，列出了工作人员的手机号码，此列表中的手机号码可以根据实际需要进行增加或删除。选择要转发的工作人员手机号码后；单击“发送”按钮，就会将刚刚采集到的水位信息转发给所选择的工作人员手机上。

3. 水位信息的录入及查询

当通信设备出现故障时可以进行人工测量，将人工测量值输入到对应的文本处，按下录入按钮就可以将数据插入到数据库中，这样可以保证水情信息的连续性，对水情分析有非常重要的意义。

此外，还可以进行数据的查询



分别为数据库中第一条记录，下一条记录，上一条记录，最后一条记录按键，可以进行记录的顺序查询及显示。

5.6.2 数据库模块

数据模块的功能界面如图 5-7 所示：

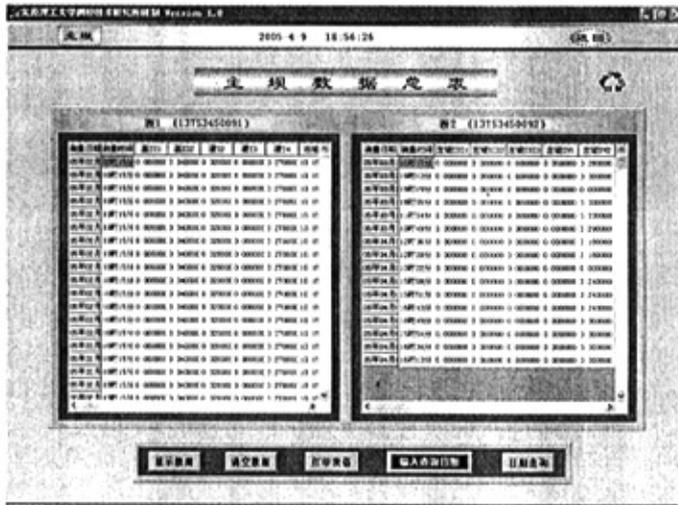


图 5-7 数据库模块功能界面

Fig 5-7 Database module interface

双击“显示数据”按钮，在数据表格中将显示数据库中的所有记录，并可以通过双击打印数据按钮，打印数据表格。双击清空数据按钮，则将清空表格中的所有数据。在“输入查询日期”文本框中，输入要查询的日期范围，然后双击“日期查询”按钮，将在数据表格中显示数据库中所有该日期范围内的记录。

5.6.3 报表模块

报表模块包括日报表和月报表。

1. 日报表的功能界面如图 5-8 所示：

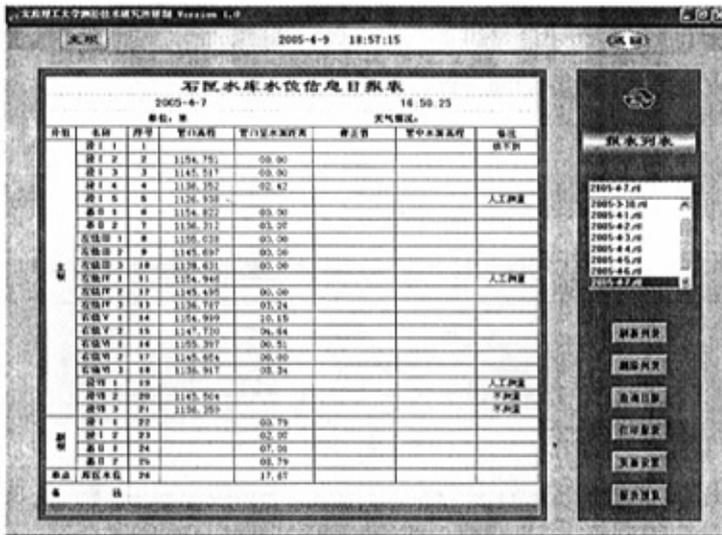


图 5-8 日报表窗口
Fig5-8 Daily sheet window

日报表是对水情信息的一个实时显示与统计，通过后台编程实现。每当数据采集时将自动生成日报表并存储到固定路径下的日报表文件夹中，双击“刷新列表”，将在列表框中显示该文件夹下所有的日报表文件名，选择某一报表名，则在列表框的最上边显示栏中显示该报表名称，双击“删

除列表”按钮，则就会在该文件夹下删除该报表，双击“查询日报”按钮则将该日报表载入左边的当前报表中进行显示；“打印报表”，“页面设置”和“报表预览”三个按钮是进行报表打印输出设置的。

2. 月报表

月报表是在每个月结束时自动生成，并存储在固定路径下的月报表文件夹下，功能界面如图 5-9:

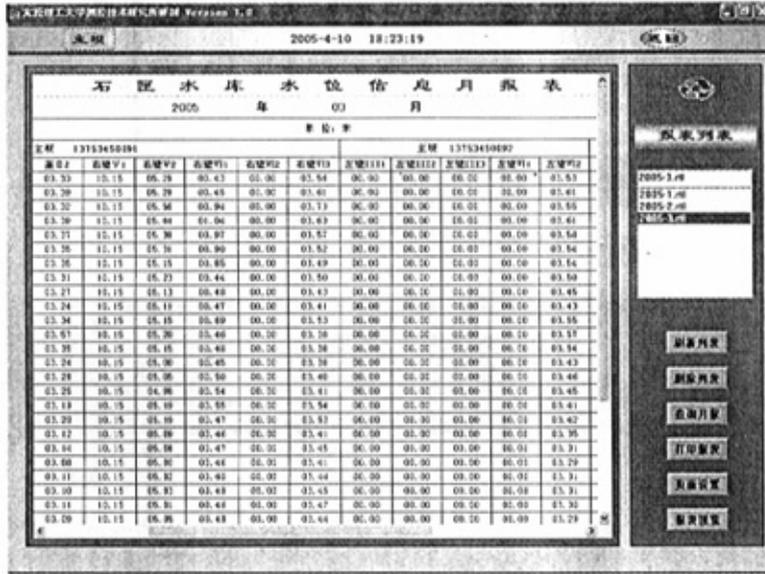


图 5-9 月报表窗口

Fig5-9 Month sheet window

对月报表的操作跟日报表一样，这里不再赘述。

5.6.4 报警模块

报警窗口是监控管理系统必不可少的部分，是整个系统安全可靠运行的有利保证,由实时报警窗口和历史报警窗口两部分组成。

他们的功能界面分别如图 5-10 和 5-11 所示:

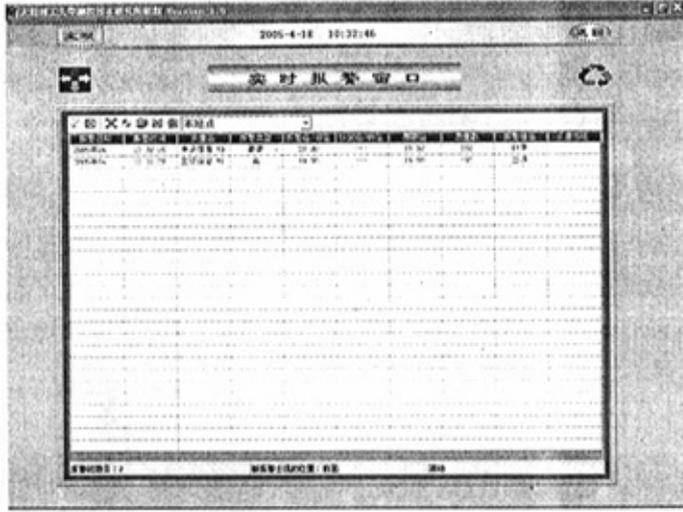


图 5-10 实时报警窗口
Fig 5-10 Real-time alarm window

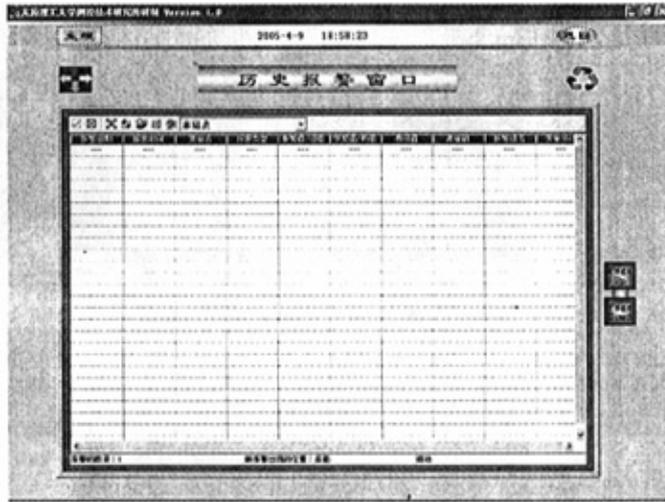


图 5-11 历史报警窗口
Fig 5-11 Historical alarm window

本监控中心软件能检测到非正常信号的发生（报警发生），当系统中的某些水位值超过了所规定的界限时，将在实时报警窗口中显示相应的报

警信息，供工作人员及时查阅，进行相应的防范措施。同时，将报警信息按照正确的顺序记录下来，以便事后对他们进行分析。工作人员可以在历史报警窗口中通过“PageUp”和“PageDown”按钮查看报警信息的历史记录。

5.6.5 历史曲线模块

历史趋势曲线是进行水位变化趋势分析的有利工具，可以作为防汛抗旱、水资源合理调度与安全运行的决策依据。系统将每次返回的信息自动存入历史数据库中，并自动生成趋势曲线，用户可以根据需要通过曲线的相关设置和操作查看趋势曲线。

历史趋势曲线功能界面如图 5-12 所示：

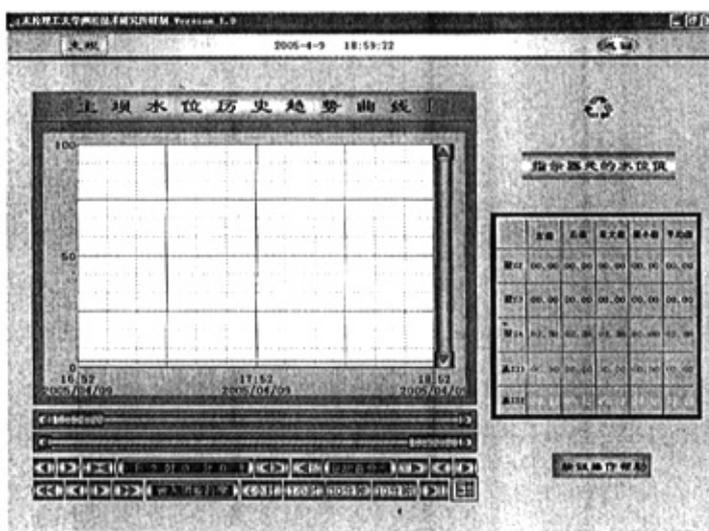


图 5-12 历史趋势曲线窗口
Fig 5-12 Historical trend curve window

趋势曲线按钮操作非常复杂，为了方便用户操作，我们设置了按钮操

作帮助，单击界面右下方的“按钮操作帮助”按钮，将打开帮助界面，如图 5-13 所示。



图 5-13 帮助窗口
Fig 5-13 Help window

5.7 运行和调试

整个软件在开发环境设计完成以后，切换到运行环境下进行软件功能及稳定性测试，对功能没有实现或不完善的地方进行分析判断，然后进入到开发环境下进行查错补漏，进行程序算法的或功能界面设计的优化，再切换到运行系统进行校验，如此反复进行，至到所有设计功能全部稳定、准确的实现为止。

软件功能全面，运行安全可靠，开发周期短，成本相对较低，且易于维护与更新；界面友好，所有的操作都是以菜单、按钮和对话框的形式与用户进行交互，便于工作人员操作。在实际工程项目应用中得到了用户很好的评价。

第六章 系统在工程项目中的应用

结合我省水资源监测与保护建设的需求，本论文所设计的远程水情监控系统已在多项实际水利工程中得到应用，取得良好的社会与经济效益。

6.1 在地下水水位自动监控项目中的应用

该项目来源于山西省太原市水务局。太原市地下水监测站点多达上百个，分散分布于市区及近郊。为了及时准确的获得测点地下水水位数据，并对水位信息进行管理，我们为太原市水务局设计了地下水水位自动监控系统。^[30]系统由太原上兰村水厂监测站、西张水厂监测站、太原市水资源动态监控中心站组成。

监控中心管理软件的主界面如图 6-1 所示：

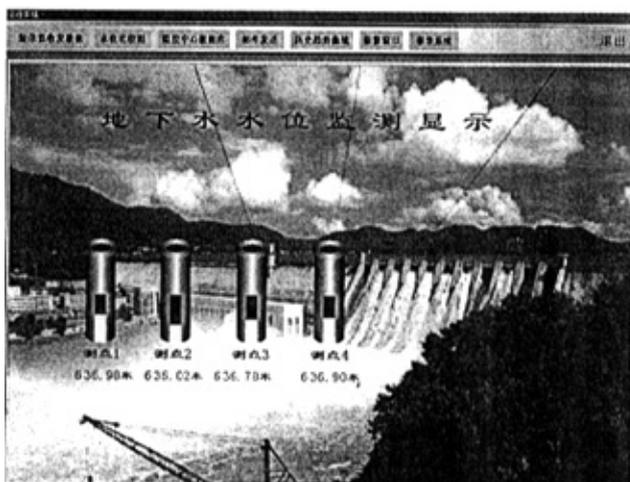


图 6-1 地下水水位监控管理软件主界面

Fig 6-1 Main interface of groundwater monitoring software

系统于 2003 年 11 月安装以来, 现场数据采集与处理、数据无线传输、地下水水位监测和管理系统软件等各项功能正常, 附录 1 为该项目中的部分监测数据。

该系统准确安全运行半年多以后, 于 2004 年 7 月山西省科技厅组织了专家鉴定会对该项目采用的新技术进行了鉴定, 鉴定结果为国际先进。



(a) 鉴定会场



(b) 进行监控管理软件的现场演示

科学技术成果鉴定证书

晋科鉴字(2004)第 107 号
 鉴定名称: GSM 地下水水位自动监控系统
 鉴定单位: 山西省科技厅
 鉴定日期: 2004 年 7 月 1 日
 鉴定地点: 山西省科技厅

主要研制人员名单

序号	姓名	性别	出生日期	政治面貌	学位/学历	工作单位	专业	研究领域/研究方向
1	姜建刚	男	1951.05	教授	博士后	太原理工大学	计算机	计算机组成原理
2	高英群	女	1952.05	副教授	本科	太原理工大学	计算机	数据库
3	王宇	男	1954.01	教授	本科	太原理工大学	计算机	系统软件、单片机
4	张一康	男	1952.06	工程师	本科	太原理工大学	计算机	系统软件、单片机
5	曹俊英	女	1977.07	副教授	硕士生	太原理工大学	计算机	数据库
6	高梅磊	男	1974.05	教授	博士生	太原理工大学	计算机	网络设计
7	王鹏辉	男	1978.11	硕士生	硕士生	太原理工大学	计算机	数据库、系统软件
8	张秀娟	女	1978.07	硕士生	硕士生	太原理工大学	计算机	数据库、系统软件
9	石晓华	女	1983.03	硕士生	硕士生	太原理工大学	计算机	数据库、系统软件
10	张瑞生	男	1960.05	工程师	本科	太原理工大学	计算机	数据库、系统软件
11	李磊	男	1963.07	工程师	本科	太原尖峰铝业公司	计算机	数据库、系统软件
12	高耀辉	男	1962.07	工程师	本科	太原尖峰铝业公司	计算机	数据库、系统软件
13	张秀娟	女	1983.04	硕士	本科	太原尖峰铝业公司	计算机	数据库、系统软件
14	张永才	男	1953.07	硕士	本科	太原尖峰铝业公司	计算机	数据库、系统软件
15	曹俊英	女	1977.07	硕士	本科	太原尖峰铝业公司	计算机	数据库、系统软件
16	高梅磊	男	1974.05	硕士	本科	太原尖峰铝业公司	计算机	数据库、系统软件

(c) 鉴定成果证书

图 6-2 科研鉴定相关资料
 Fig 6-2 Research appraise information

6.2 在永定河上游河道流域水情监控中的应用

本项目来源于永定河上游引晋入京输水工程，系统由西洋河河道监测站、固定桥河道监测站、山西省水文水资源勘测局监控中心站组成。

在监测站分别安装了 PLC 数据处理仪、水位传感器及太阳能供电系统，对河道水位进行实时监测；安装实况如图 6-3 所示：

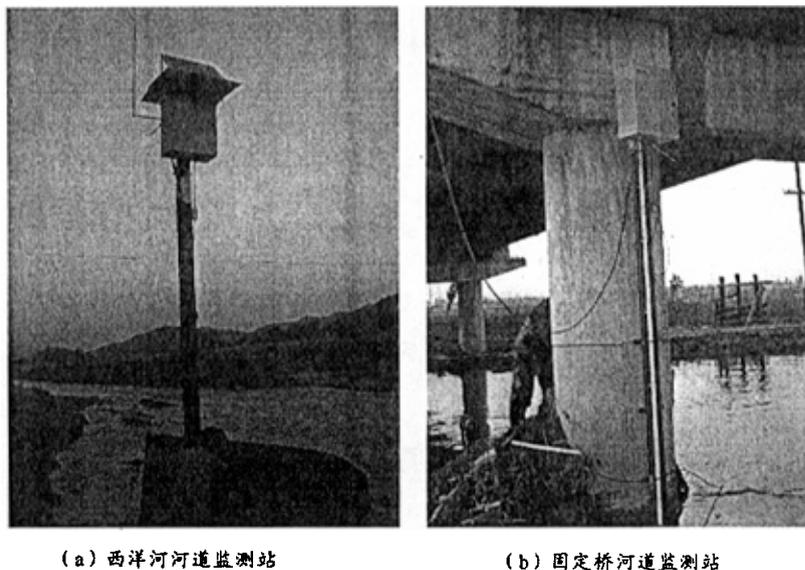


图 6-3 监测站现场

Fig 6-3 Monitoring station spot

在监控中心—山西省水文水资源勘测局，安装了监控管理软件，该软件的主界面如图 6-4 所示：

点击石佛寺（用户习惯命名）水情监控站，将进入该西洋河监测站水情监控管理的功能界面，同样，点击固定桥水情监控站，将进入固定桥监测站系统的功能界面。



图 6-4 监控软件主界面
Fig 6-4 Main interface of monitoring software

该系统于 2004 年 10 月安装完毕,并于 2004 年 11 月进行了工程验收,到目前为止,系统运行良好。附录 2 为该项目中的部分监测数据。

6.3 在石匣水库坝情、水情监控项目中的应用

一、项目介绍

左权县石匣水库位于海河流域南运河水系清漳河西源中游,地处左权县城西北约 9 公里石匣村北,始建于 1959 年 11 月,是一座防洪为主兼顾灌溉、工业供水、发电和养殖等综合利用中型水库。水库控制流域面积 753km²,多年平均径流量 9055 万立方米,流域大部分为砂砾山区。

水库大坝由主坝和副坝组成,坝顶全长 434 米,其中主坝长 274 米,副坝长 104 米,均为均质土坝。主坝坝顶高程为 1153.3 米,坝顶宽 7 米,最高坝高 33.3 米。副坝位于主坝右坝端约 304 米处的一条于主河槽平行的古河道中,坝顶高程 1152.4 米,坝顶宽 7 米。

坝情、水情自动监控系统是为了满足水库安全、防洪、水资源调度的需求而设计的。监测内容包括坝体渗流量及库水位。^[31]

参流量是通过监控坝体浸润线测压管、绕坝渗水测压管和坝基渗水测压管中的水位进行描述的。

主坝和副坝的测压管分布及监控内容如下：

1. 主坝：

● 坝体浸润线测压管：1985年在主坝0+180断面沿上游第一马道、下游第一马道、下游第二马道、下游坝脚设置一排5根，编号为浸I1、浸I2、浸I3、浸I4、浸I#；1987年在主坝0+160断面沿坝顶、下游第一马道、下游第二马道设置3根，编号为浸VII1、浸VII2、浸VII3；

● 坝基渗水压力管：

1985年在主坝沿0+182断面沿坝顶、下游第二马道设置1排2根，编号基II1、基II2；

● 右坝端绕坝渗水压力管：

1985年在主坝0+200、0+213、0+215断面沿坝顶、下游第一马道、下游第二马道设置了一排三根，编号右绕VI1、右绕VI2、右绕VI3；1985年在主坝0+270与0+261沿坝顶、下游第一马道附近岸坡设置了一排2根，右绕V1、右绕V2。

● 左坝端绕坝渗水压力管：

1985年在主坝11根0+350断面沿坝顶、下游第一马道、下游第二马道附近岸坡设置了一排3根，编号为左绕III1、左绕III2、左绕III3。1985年在主坝0+060、0+075、0+075沿坝顶、下游第一马道、下游第二马道设置了一排3根，编号为左绕IV1、左绕IV2、左绕IV3。

综上，主坝共21根测压管，其中浸I1测压管现已找不到；浸I5、左绕IV1、浸VII1由于测压管得直径问题，采用人工测量方式；浸VII2、浸

VII3 根据石匣水库管理处要求不予测量。即，只需测量 15 根测压管的渗水情况。

2. 副坝:

埋设两根坝体浸润线测压管，编号浸 I 1、浸 I 2；两根坝基渗水压力管，编号基 II 1、基 II 2。即副坝共对 4 根测压管进行测量。

二. 系统整体结构如下图所示:

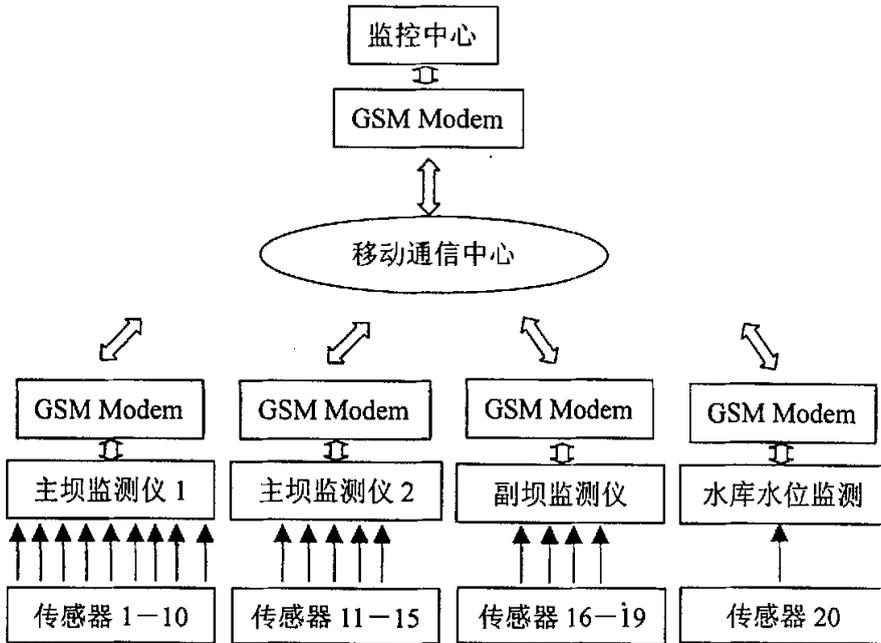


图 6 - 5 系统结构
Fig 6 - 5 System structure

三. 监控管理软件安装在监控中心，对水库大坝和库区水位进行监控管理。

根据工程要求，管理软件分为三个部分，主要界面如下：

软件启动后首先进入欢迎界面，如下图所示：



图 6-6 欢迎界面
Fig 6-6 Welcome interface

界面有四个功能按钮:

1. **主坝** 点击该按钮进入主坝部分的主窗口—通信模块功能界面, 如图 6-7 示:

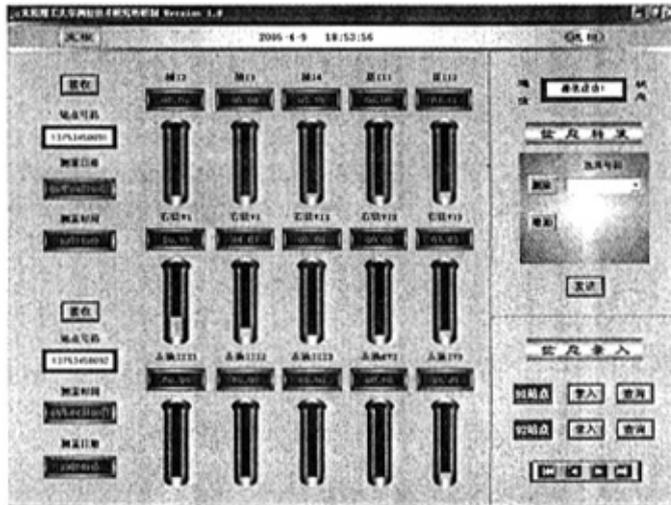


图 6-7 主坝系统主窗口
Fig 6-7 Main window of key dam

点击界面右上方的主坝菜单，弹出下拉菜单如下：



用户选择相应的菜单项便可以进入相应的主坝系统的其他功能界面。

点击该界面右上角的返回按钮  将返回欢迎界面。

2.  点击该按钮进入副坝系统的主窗口—副坝通信模块功能界面，如图 6-8。

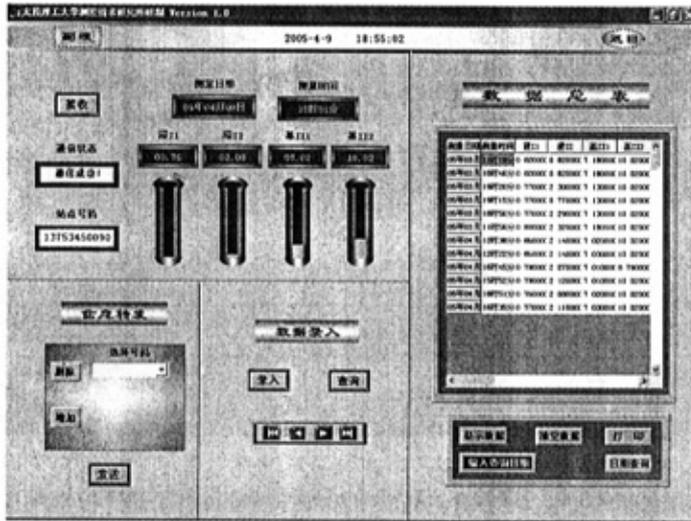


图 6-8 副坝系统主窗口

Fig 6-8 Main window of subsidiary dam

点击界面右上方的副坝系统菜单，选择相应的菜单项便可以进入相应的副坝系统的其他功能界面。同样，点击返回按钮返回欢迎界面。

3.  点击该按钮进入库区系统的主窗口—库区通信模块功能界面，如图 6-9 所示：

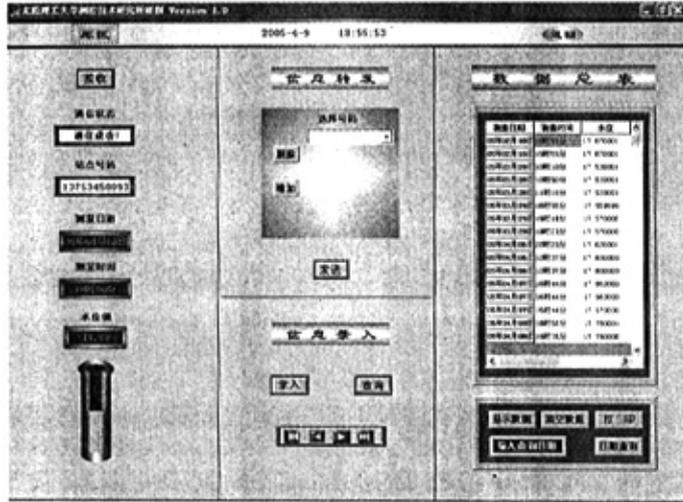
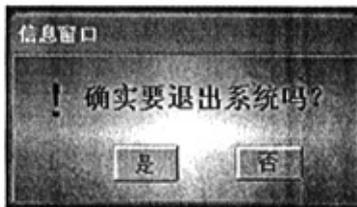


图 6-9 库区系统主窗口
Fig 6-9 Main window of water-storage

进入该系统其他功能界面和返回欢迎界面的操作如上。

说明：由于副坝系统和库区系统的信息量都较少，为了使用户使用方便，将这两个系统的通信模块与数据库模块设置到一个功能界面上。

4.  点击该按钮弹出对话框如下：



选择是将退出运行系统，否则关闭对话框。

四. 现场安装情况



(a)测压管监测点



(b)库区水位监测点



(c)现场安装调试

图 6-10 现场图片集

Fig 6-10 On-site installation work picture

系统自 2004 年 12 月安装至今，运行 4 个多月，运行情况正常，所有设计功能都准确得以实现，受到用户良好的评价。附录 3 为该项目中的部分监测数据。

第七章 论文总结与展望

7.1 本人所做的主要工作

(1) 收集、查阅了大量相关的中、外文书籍及文献资料，进行了大量的实验室和工程现场实验，综合应用所学专业知，结合远程水情监测环境的特点，将组态软件、移动通信中 GSM 短消息数据传输技术、PLC 控制技术相融合，设计了基于组态软件与 GSM 短消息数据传输技术的分布式远程水情监控系统。

(2) 设计了分布式远程水情监控系统的硬件结构，并对系统硬件设备进行了市场和技术调研，从成本、价格、质量、技术指标等各方面进行综合考虑之后，对硬件设备进行了选型和购置，并在实验室对所选设备进行了功能试验。

(3) 根据 GSM Modem 的通信协议，在“组态王 6.5”的命令语言编辑环境下，编写了监控软件与 GSM Modem 的通信程序，从而实现水情数据的无线远程实时传输。

(4) 根据水情监控的特点，编制了监控及数据管理于一体的监控中心管理软件。

(5) 将本论文所设计的分布式远程水情监控系统应用到了太原市地下水水位动态监测系统、永定河上游河道流域水情监测系统、左权石匣水库坝情、水情监控管理系统等工程项目当中，取得了良好的社会和经济效益。

7.2 论文的创新点

(1) 将 GSM 短消息数据传输技术应用到远程水情监控系统中, 使系统组网简单, 运行安全可靠。

(2) 跟以往的监控管理软件的开发方法相比, 本系统利用组态软件“组态王 6.5”作为远程水情监控管理软件的开发工具, 提高了系统的成功率和可靠性; 缩短了项目开发周期; 且使软件易于维护和更新。

(3) 编程实现了在组态王运行环境下, 监控软件与 GSM 通信接口问题, 从而扩展了组态软件的在远程水情监控项目中的应用领域。

(4) 设计的“基于组态软件与 GSM 短消息数据传输技术的远程水情监控系统”解决了太原市地下水水位动态监测系统、永定河上游河道流域水情监测系统、左权石匣水库坝情、水情监控管理系统等实际工程项目的水情监控问题。

7.3 进一步研究方向

从本系统的实际应用情况来看, 系统还需要进行以下几方面的研究:

(1) 对于节假日 GSM 网络短消息高峰期信号因信道阻塞导致的信息延迟问题, 除可以在系统软件上进一步采取措施外, 可考虑与移动通信部门合作, 建立专用 GSM 网络短消息数据传输服务器加以解决。

(2) 远程水情监控涉及的监测内容非常广泛, 包括水位、水质、水温等水情信息的监测, 本系统只对水情监测的主要内容—水位信息监测进

行了研究和设计, 论文进一步研究的方向是对其他水情信息的监测方法进行分析 and 研究。

(3) 水情信息的数据分析对水利工作的正确开展有着非常重要的作用, 本系统的数据分析只涉及了水位信息历史趋势变化、最大值、最小值和平均值的统计, 论文下一步的研究设想是将控制算法加入到数据分析当中, 例如: 将模糊算法加入到数据分析中, 用来进行汛期或早期的预测等。

(4) 组态王支持分布式历史数据库和分布式报警系统, 可运行在基于 TCP/IP 网络协议的网上, 使用户能够实现上、下位机以及更高层次的广级连网。系统下一步需要研究的方向将是实现监控软件的实时动态网页发布; 实现水情信息的联网。

7.4 系统应用前景展望

利用 GSM 网络短消息业务实现数据远程传输, 使远程水情监控系统组网简单, 可以适用于任何监测环境下, 特别是监测站点多而分散或地处偏僻地区的情况; 基于组态王软件具有良好的可靠性、灵活性、伸缩性和开放性, 监控管理软件可以快捷的实现系统功能的进一步完善及更多新功能的开发。可以预见, 本系统将在水利信息化领域具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 《全国水利信息化规划纲要》
- [2]水利部。SL61-94 水文自动测报系统规范.北京:水利电力出版社,1994.
- [3] 罗云燕. 水情远程监控系统的设计与实现: [学位论文]. 成都: 西南交通大学, 2002
- [4] 柯小干. 水位采集与远程传输系统的研究: [学位论文]. 南京: 河海大学, 2003
- [5] 贺良,基于 GSM 短消息的无线数据监测系统, 上海海运学院硕士论文, 2003 (2)
- [6] 杨彩虹, 王芙蓉, 贺德华, GSM 的数据业务和承载能力, 电讯技术, 2002 年第 1 期 p101-105。
- [7] 崔燕, 康慧琴, 李明远, GSM 调制解调器(GM360)及其短消息业务的应用, 现代电子技术, 2001(7)。
- [8]GSM 03.39(Version6.0.0): European digital cellular tele- communications system (Phase2+);Interface protocols for the connection of Short Message Service Centres(SMSCs)to Short Message Entities(SMEs)[S].
- [9] Wavcom.An introduction to the SMS in PDU mode GSM Recommendation phase 2) V1.00 January 2000
- [10] Theodora Grigorova, Ivan Leung, "SIM Cards", 《Telecommunication Journal of Australia》Vol. 43, No.2,1993
- [11] 秦建敏等.GSM 技术在水利自动化监测领域中的应用研究 .中国水利学会 2003 年会论文集,中国三峡出版社,P461-464,(被评为大会优秀论文)。
- [12]北京华荣汇通信设备有限公司。GSM Modem version3.0 产品手册,2002.11,北京

- [13] 柯小干, 水位采集与远程传输系统的研究, 河海大学硕士论文, 2003 (3)
- [14] 马福昌, 秦建敏, 王才. 感应式数字水位传感器及其系统. 水利学报, 2001, 增刊, 35-37.
- [15] 宋德玉, 可编程控制器原理及应用系统设计技术, 北京: 冶金工业出版社, 1999.
- [16] 徐德、孙同景, 可编程控制器 (PLC) 应用技术, 山东科学技术出版社, 2001.
- [17] 王鹏锋, 秦建敏. GSM 短消息与 PLC 数据采集系统, 《微计算机信息》, 2005.1
- [18] **HMI, the window to the manufacturing and process industry;** Wucherer, K. **Source:** *8th IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems. Preprints*, 2001, p 119-26.
- [19] 监控组态软件及其应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2001
- [20] **Embedded HMI's makeover;** Sowell, Tim (Wonderware Corp); West, Janie **Source:** *Industrial Computing*, v 19, n 10, Oct, 2000, p 32-33.
- [21] **Creative thinking takes HMI applications to a new level;** **Source:** *Connecting Industry.Com/Electrical Engineering*, March 2003, p 20.
- [22] **Combining PC control and HMI;** McKay, M.A. (Siemens Energy & Autom., Memphis, TN, USA) **Source:** *InTech*, v 49, n 7, July 2002, p 59-6.
- [23] 葛玻, 沈文杰, 赵旋, 工控组态软件的对比与应用, 计算机测量与控制, Vol.10(8), 2002
- [24] 组态王 KingView 6.5 使用手册, 北京亚控科技发展有限公司, 2004.
- [25] **Multilingual HMI system for rolling mills;** Speck, Jurgen **Source:** *MPT Metallurgical Plant and Technology International*, v 26, n 5, October, 2003, p 64-66.

- [26] **The impact of HMI on the design of a disassembly system**; Wirandi, J. (Dept. of Technol., Univ. of Kalmar, Sweden); Rosengren, A.; de Petris, L.; Karlsson, M.; Kulesza, W.
- [27] 樊文侠, 敬伟, 涂劲, 用 VB6.0 实现组态王软件实时监控西门子系列 PLC, 西安工业学院学报, Vol.23(3),2003(9)
- [28] 李利平, 王东风, 用组态王 I/O Server 接口函数开发高级应用程序, 工业控制计算机, Vol.14(11), 2001
- [29] 任胜杰, 周俊华, 组态王在供水监控系统中的应用, 电气时代, 2003 (9)
- [30] 秦建敏. 基于 GSM 短信息数据传输技术实现对地下水水位的数字化连续自动检测, 2004 年全国水力学基础研究学术研讨会论文集, 2004 年 1 月, 武汉。
- [31] 王洁, 大坝安全监测信息管理系统的开发和研究, 浙江大学硕士论文, 2003 (2)

附 录 1

太原市地下水水位远程自动监控系统监测数据（部分）

日 期	西张水厂监测站 (9:04 发送) 水位/米	上兰村水厂监测站 (9:05 发送) 水位/米	备 注
2004.4.16	63.43	34.16	
2004.4.17	63.60	34.41	
2004.4.18	63.68	34.48	
2004.4.19	63.82	34.37	
2004.4.20	63.87	34.47	
2004.4.21	64.10	34.39	
2004.4.22	64.16	34.36	
2004.4.23	64.36	34.59	
2004.4.24	64.51	34.61	
2004.4.25	64.55	34.77	
2004.4.26	65.01	34.92	
2004.4.27	65.08	35.02	
2004.4.28	64.41	35.16	
2004.4.29	65.11	35.08	
2004.4.30	64.68	35.20	
2004.5.1	65.27	35.16	
2004.5.2	65.64	35.20	
2004.5.3	65.64	35.18	
2004.5.4	65.85	35.35	
2004.5.5	65.95	35.19	
2004.5.6	65.92	35.25	
2004.5.7	66.06	35.46	
2004.5.8	66.16	35.37	
2004.5.9	66.27	35.59	
2004.5.10	66.17	35.44	
2004.5.11	66.32	35.50	
2004.5.12	66.69	35.42	

日期	西张水厂监测站 (9:04 发送) 水位/米	上兰村水厂监测站 (9:05 发送) 水位/米	备注
2004.5.13	66.46	35.48	
2004.5.14	65.95	35.52	
2004.5.15	66.38	35.45	
2004.10.16	55.96	36.69	
2004.10.17	55.95	36.58	
2004.10.18	55.92	36.63	
2004.10.19	55.77	36.66	
2004.10.20	55.84	36.55	
2004.10.21	55.90	36.74	南京接收
2004.10.22	55.88	36.82	上海接收
2004.10.23	55.85	36.80	上海接收
2004.10.24	55.82	36.83	上海接收
2004.10.25	55.87	36.93	上海接收
2004.10.26	55.87	36.80	上海接收
2004.10.27	55.74	36.96	济南接收
2004.10.28	55.68	36.82	太原接收
2004.10.29	55.68	36.92	
2004.10.30	55.64	36.86	
2004.10.31	55.60	37.04	
2005.2.18	54.44	35.79	
2005.2.19	54.04	35.69	
2005.2.20	53.95	35.80	
2005.2.21	53.89	35.81	
2005.2.22	53.82	35.71	
2005.2.23	52.71	35.80	
2005.2.24	52.73	35.75	
2005.2.25	53.00	35.74	
2005.2.26	53.56	35.94	
2005.2.27	53.33	35.86	
2005.2.28	52.81	35.99	

附录 2

永定河上游河道流域监测站监测数据（部分）

石佛寺水文监测站

单位：米

测量日期	测量时间	水位值
04年10月09日	12时32分	.18
04年10月09日	20时06分	.15
04年10月09日	21时15分	.14
04年10月10日	10时36分	.16
04年10月10日	08时27分	.15
04年10月11日	07时56分	.15
04年10月11日	08时13分	.15
04年10月11日	08时24分	.15
04年10月11日	08时27分	.15
04年10月12日	21时00分	.06
04年10月12日	21时15分	.06
04年10月12日	21时17分	.06
04年10月12日	20时57分	.06
04年10月12日	21时26分	.06
04年10月12日	21时28分	.06
04年10月12日	22时01分	.06
04年10月13日	09时03分	.05
04年10月13日	09时07分	.05
04年10月13日	09时25分	.06
04年10月13日	09时34分	.06
04年10月13日	17时45分	.07
04年10月14日	09时08分	.05

固定桥水文监测站

单位：米

测量日期	测量时间	标高值
04年10月09日	08时36分	97.12
04年10月09日	10时06分	97.1
04年10月09日	12时36分	97.2
04年10月09日	20时06分	97.12
04年10月10日	09时08分	97.24
04年10月10日	09时55分	97.32
04年10月11日	08时19分	97.11
04年10月11日	17时02分	97.84
04年10月12日	17时04分	97.82
04年10月13日	10时07分	97.8
04年10月13日	17时13分	97.9
04年10月14日	08时58分	99.02
04年10月15日	12时36分	97.12
04年10月15日	20时06分	97.12
04年10月16日	09时08分	97.11
04年10月16日	09时55分	98.11
04年10月16日	12时19分	98.15
04年10月17日	10时02分	97.84
04年10月17日	17时04分	97.82
04年10月17日	17时06分	97.9
04年10月17日	17时07分	97.8
04年10月18日	17时13分	97.9
04年10月18日	20时58分	99.02
04年10月19日	10时06分	98.9
04年10月19日	17时07分	98.8
04年10月20日	10时13分	97.9

附录 3

左权石匣水库主坝水位监测数据（部分）

主坝

单位：米

测量日期	测量时间	浸 I2	浸 I3	浸 I4	基 III	基 II2	右绕 VI	右绕 V2	右绕 VII	右绕 VI2	右绕 VI3
05年02月01日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月02日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月03日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月04日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月05日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月06日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月07日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月08日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月09日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月10日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月11日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月12日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月13日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月14日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月15日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月19日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月21日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月21日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月16日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月17日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月18日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月22日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71

主坝

单位：米

测量日期	测量时间	浸 I2	浸 I3	浸 I4	基 III	基 II2	右绕 VI	右绕 V2	右绕 VII	右绕 VI2	右绕 VI3
05年02月23日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月24日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月25日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月26日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月27日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年02月28日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月01日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月02日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月03日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月04日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月05日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月06日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月07日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月08日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月09日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月10日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月11日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月12日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月13日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月14日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月15日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月16日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月17日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月18日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月19日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71
05年03月20日	10时15分	.32	0	3.27	0	3.34	10.15	4.64	0	0	5.71

附录 4

左权工程管理软件数据处理源程序（部分）

```
long m=StrLen(\\本站点\接收数据);
string str26=StrLeft(\\本站点\接收数据,26);
//通信状态
if(m==100){\\本站点\通信状态="连接成功!";}
if(m>105){\\本站点\通信状态="通信成功!";}
string r="0"+StrMid(\\本站点\接收数据,30,1)+"年"+StrMid(\\本站点\
接收数据,32,1)+StrMid(\\本站点\接收数据,34,1)+"月"+StrMid(\\本站点\
接收数据,36,1)+StrMid(\\本站点\接收数据,38,1)+"日";
string t="200"+StrMid(\\本站点\接收数据,30,1)+"年"+StrMid(\\本站
点\接收数据,32,1)+StrMid(\\本站点\接收数据,34,1)+"月";
string s=StrMid(\\本站点\接收数据,40,1)+StrMid(\\本站点\接收数据,
42,1)+"时"+StrMid(\\本站点\接收数据,44,1)+StrMid(\\本站点\接收数据,
46,1)+"分";
string str1=StrMid(\\本站点\接收数据,48,1)+StrMid(\\本站点\接收数
据,50,1)+"."+StrMid(\\本站点\接收数据,52,1)+StrMid(\\本站点\接收数据,
54,1);
string str2=StrMid(\\本站点\接收数据,56,1)+StrMid(\\本站点\接收数
据,58,1)+"."+StrMid(\\本站点\接收数据,60,1)+StrMid(\\本站点\接收数据,
62,1);
```

```
string str3=StrMid( \\本站点\接收数据, 64,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 66,1)+"."+StrMid( \\本站点\接收数据, 68,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 70,1);
```

```
string str4=StrMid( \\本站点\接收数据, 72,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 74,1)+"."+StrMid( \\本站点\接收数据, 76,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 78,1);
```

```
string str5=StrMid( \\本站点\接收数据,80,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 82,1)+"."+StrMid( \\本站点\接收数据, 84,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 86,1);
```

```
string str6=StrMid( \\本站点\接收数据, 88,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 90,1)+"."+StrMid( \\本站点\接收数据, 92,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 94,1);
```

```
string str7=StrMid( \\本站点\接收数据, 96,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 98,1)+"."+StrMid( \\本站点\接收数据, 100,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 102,1);
```

```
string str8=StrMid( \\本站点\接收数据,104,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 106,1)+"."+StrMid( \\本站点\接收数据, 108,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 110,1);
```

```
string str9=StrMid( \\本站点\接收数据, 112,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 114,1)+"."+StrMid( \\本站点\接收数据, 116,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 118,1);
```

```
string str10=StrMid( \\本站点\接收数据, 120,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 122,1)+"."+StrMid( \\本站点\接收数据, 124,1)+StrMid( \\本站点\接收数据, 126,1);
```

```

//取信息
//主坝
if(m==127&&str26=="AA033133373533343530303931")
{
\\本站点\主坝信息.日期 1=r;
\\本站点\主坝信息.时间 1=s;
\\本站点\主坝信息.W1=StrToReal( str1);
\\本站点\主坝信息.W2=StrToReal( str2);
\\本站点\主坝信息.W3=StrToReal( str3);
\\本站点\主坝信息.W4=StrToReal( str4);
\\本站点\主坝信息.W5=StrToReal( str5);
\\本站点\主坝信息.W6=StrToReal( str6);
\\本站点\主坝信息.W7=StrToReal( str7);
\\本站点\主坝信息.W8=StrToReal( str8);
\\本站点\主坝信息.W9=StrToReal( str9);
\\本站点\主坝信息.W10=StrToReal( str10);
SQLInsert( DeviceID, "主坝 1", "BINDz1" );
//日报表
ReportSetCellString("后日报表",6, 5, str1);
ReportSetCellString("后日报表",7, 5, str2);
ReportSetCellString("后日报表",8, 5, str3);
ReportSetCellString("后日报表",10, 5, str4);
ReportSetCellString("后日报表",11, 5, str5);
ReportSetCellString("后日报表",18, 5, str6);

```

```
ReportSetCellString("后日报表",19, 5, str7);
ReportSetCellString("后日报表",20, 5, str8);
ReportSetCellString("后日报表",21, 5, str9);
ReportSetCellString("后日报表",22, 5, str10);
//写数据,用于显示
string Filename="D:\测量信息\主坝\"+t+".txt";
string xinxi="13753450091 "+r+" "+s+" "+str1+" | "+str2+" |
"+str3+" | "+str4+" | "+str5+" | "+str6+" | "+str7+" | "+str8+" | "+str9+" |
"+str10+" | ";
FileWriteStr( Filename, 0, xinxi, 1);}
if(m==116)
{\\本站点\主坝信息.日期 2=r;
\\本站点\主坝信息.时间 2=s;
\\本站点\主坝信息.W11=StrToReal( str1);
\\本站点\主坝信息.W12=StrToReal( str2);
\\本站点\主坝信息.W13=StrToReal( str3);
\\本站点\主坝信息.W14=StrToReal( str4);
\\本站点\主坝信息.W15=StrToReal( str5);
SQLInsert( DeviceID, "主坝 2", "BINDz2" );
ReportSetCellString("后日报表",12, 5, str1);
ReportSetCellString("后日报表",13, 5, str2);
ReportSetCellString("后日报表",14, 5, str3);
ReportSetCellString("后日报表",16, 5, str4);
ReportSetCellString("后日报表",17, 5, str5);
```

```

//写数据,用于显示
string Filez="D:\测量信息\主坝\"+t+".txt";
string xinxi1="13753450092  "+r+"  "+s+"  "+str1+" | "+str2+" |
"+str3+" | "+str4+" | "+str5+" | ";
FileWriteStr( Filez, 0, xinxi1, 1);}
//副坝
if(m==108)
{\本站点\副坝信息.日期=r;
\本站点\副坝信息.时间=s;
\本站点\副坝信息.WF1=StrToReal( str1);
\本站点\副坝信息.WF2=StrToReal( str2);
\本站点\副坝信息.WF3=StrToReal( str3);
\本站点\副坝信息.WF4=StrToReal( str4);
SQLInsert( DeviceID, "副坝", "BIND2"  );
ReportSetCellString("后日报表",26, 5, str1);
ReportSetCellString("后日报表",27, 5, str2);
ReportSetCellString("后日报表",28, 5, str3);
ReportSetCellString("后日报表",29, 5,str4);
//写数据,用于显示
string Filef="D:\测量信息\副坝\"+t+".txt";
string xinxi2=r+"  "+s+"  "+str1+" | "+str2+" | "+str3+" | "+str4+" | ";
FileWriteStr( Filef, 0, xinxi2, 1);}
//库区
if(m==127&&str26=="AA033133373533343530303933")

```

```

    {\本站点\单点信息.日期=StrMid( \本站点\接收数据, 40,1 )+StrMid( \
本站点\接收数据, 44,1 )+"年"+StrMid( \本站点\接收数据, 52,1 )+StrMid( \
本站点\接收数据, 56,1 )+"月"+StrMid( \本站点\接收数据, 64,1 )+StrMid( \
本站点\接收数据, 68,1 )+"日";

    \本站点\单点信息.时间=StrMid( \本站点\接收数据, 76,1 )+StrMid( \
本站点\接收数据, 80,1 )+"时"+StrMid( \本站点\接收数据, 88,1 )+StrMid( \
本站点\接收数据, 92,1 )+"分";

    string a=StrMid( \本站点\接收数据, 108,1 )+StrMid( \本站点\接收数
据, 112,1 )+"."+StrMid( \本站点\接收数据, 120,1 )+StrMid( \本站点\接收数
据, 124,1 );

    \本站点\单点信息.WD=StrToReal( a );

    SQLInsert( DeviceID, "库区", "BIND3" );

    ReportSetCellString("后日报表",30, 5, a);

    //写数据,用于显示

    string h="20"+StrMid( \本站点\接收数据, 40,1 )+StrMid( \本站点\接收
数据, 44,1 )+"年"+StrMid( \本站点\接收数据, 52,1 )+StrMid( \本站点\接收
数据, 56,1 )+"月";

    string Filed="D:\测量信息\库区\"+h+".txt";

    string xinxi3=\本站点\单点信息.日期+" "+\本站点\单点信息.时间+"
"+a;

    FileWriteStr( Filed, 0, xinxi3, 1);}

    string Fbao=InfoAppDir()+"日报\"+\本站点\$日期+".rtf";

    ReportSaveAs("后日报表",Fbao);

```

致 谢

本论文是在马福昌教授的关心和支持下，秦建敏教授的精心指导下完成的。在此，我谨向马老师和秦老师表示最诚挚的感谢！

感谢秦老师在课题研究及论文写作过程中给予我的精心指导和日常生活中给予我的亲切关怀与帮助！秦老师渊博的学识、高尚的品德、严谨治学的作风，勤奋工作和富于创新的精神，都深深地感染着我，并将成为我终生受益的精神财富！

感谢在系统试验、开发及论文写作的过程中，与我并肩学习、互相帮助的曾彦超、王鹏锋同学！

感谢在论文写作过程中给予我帮助的彭海丽、吕迎春、刘荣、张建国、郝玉珠、兰瑞等同学！

感谢实验室的王才老师、张英梅老师、张一兵老师、常晓敏老师及中试基地的周义仁老师、乔铁柱老师及其他工作人员在我论文写作过程中对我的帮助和指点！

特别要感谢我的家人，他们给予我的最无私的爱，是激励我克服一切困难、取得进步的最大动力！

最后，对审阅本论文各位专家、教授表示衷心的感谢！

吕华芳

2005年3月

攻读硕士学位期间发表的学术论文

- [1]吕华芳 秦建敏 王鹏锋.组态王与 GSM 在远程水情监控管理系统中的应用. 微计算机信息, 2005(8)

攻读硕士学位期间参加的主要科研项目

- [1] 2004 年 10 月, 进行左权石匣水库大坝水位自动监控系统的总体设计及监控中心管理软件的编制, 该项目于 2004 年 12 月投入实际运行。
- [2] 2004 年 9 月, 承担永定河上游河道流域水情监测系统中管理软件的编制工作, 该软件于 2004 年 10 月在山西省水文水资源勘测局安装, 投入实际运行。
- [3] 2004 年 7 月, 在太原理工大学“GSM 地下水水位自动监控系统”科学技术成果鉴定工作中, 负责软件编制及系统演示工作, 该技术获得国际先进的评价。
- [4] 2003 年 10 月至 2004 年 7 月, 参与太原理工大学测控技术研究所的太原市地下水水位自动监控系统项目的设计及软件编制工作。该项目已在太原市投入使用。