

# 地下水自动监测管理系统示范区建设与实践

李明良, 任印国, 王春泽

(河北省水文水资源勘测局, 河北 石家庄 050031)

**摘要:**以石家庄市平原为示范区,采用最先进的 Diver 地下水自动记录仪,自动监测地下水水位和水质,利用 GPRS 无线通讯技术构建在线监测网络,配以功能完善的在线监测通信软件、在线监测管理软件、地下水模拟软件、数据库管理软件,开发完成先进的地下水自动监测管理系统,全面提升地下水监测和管理水平。

**关键词:**地下水; 自动监测; GPRS; 示范区

## 1 前言

河北省属于资源型缺水的地区,京津以南平原区人均水资源量仅  $305\text{m}^3$ ,不足全国平均水平的  $1/7$ ,而水资源利用率高却达  $150\%$ ,水资源短缺已成为制约该地区经济和社会发展的瓶颈。由于地下水具有水量大、水质好、开发成本低、开采便捷等特点,已经成为河北省主要供水水源,其地下水开采量已经占水资源总利用量的  $82.3\%$ ,特别是京津以南平原区高达  $90\%$ 。由于大量持续开采地下水,导致形成地下水降落漏斗、水质恶化、含水层疏干、咸水入侵、地面沉降等环境生态问题。一方面是经济社会发展对水的需求不断扩大,一方面超采地下水造成了众多环境问题,因此地下水问题已经直接威胁区域用水安全和经济社会可持续发展,管好、用好有限的地下水资源,保障其可持续利用,对实施水资源优化配置和合理调度、经济社会的可持续发展起着十分重要的作用,地下水监测系统作为地下水管理的基础性工作,建立地下水监测及信息处理系统十分紧迫和必要。

目前,河北省在地下水动态监测方面主要采用人工监测、信函传输为主的方式,不论监测手段、监测设施还是信息传输、处理手段均比较落后,同时还存在着资料受人为因素影响大、观测不及时、精确度低、费用高、管理复杂等诸多弊端,因此不能及时、准确、全面地反映地下水动态变化,无法对地下水动态变化的发生发展进行实时监控和预测预报,已经不能满足当前社会经济发展和地下水管理对监测工作的需求。地下水自动监测系统示范区建设就是针对这种情况提出来的,它依托利用“948”项目选择石家庄市平原区为示范区,采用先进监测设备、GPRS 无线通讯技术、信息管理技术,建立起来的地下水自动监测管理系统。

## 2 系统结构

地下水自动监测管理系统由地下水监测设备、水质监测设备、地下水实时监测数据库、地下水信息处理系统、地下水模拟模型及系统优化软件等软硬件系统组成。

地下水位和水温自动监测系统组成包括:①监测端:水位和水温自动监测仪器、GPRS 数据传输装置;②控制中心:服务器、GPRS 数据接受装置、中心端管理软件,基本结构如图 1 所示。地下水监测点与控制中心通过 GPRS 无线通讯网络建立在线联系。监测数据通过无线传输系统传输至控制中心,通过监测管理软件实现数据的远程采集、远程实时监测,并在中心完成数据的本地管理。同时,中心还可以通过无线通讯网络对监测点进行设备参数设置等管理。通过地下水历史资料库和实时数据库建设,结合区域水文地质条件,利用地下水模拟模型软件进行区域地下水模拟,构建系统研究地下水的平台,为水资源的优化配置、高效利用服务,为水资源科学管理服务。

## 3 硬件组成

### 3.1 Diver 地下水自动监测设备

系统采用荷兰 Van Essen 公司生产的 Diver 地下水自动记录仪。Diver 是目前世界最小但功能最先进的自动测量、记录地下水水位和温度的监测仪器。它内置压力、温度传感器、电池和存储器,外部是完全密封的不锈钢材质,技术参数见表 1。系统结构见图 1。

表 1 Diver 技术参数表

技术规格	参数	技术规格	参数
尺寸	直径 22mm 长度 125mm	深度范围	5、10、20、30、100m
重量	160g	深度精度	±0.1% 全量程
外壳材料	316L 型不锈钢	深度分辨率	0.1、0.2、0.4、0.2、2cm
压力传感器材质	陶瓷	温度范围	-20 ~ +80℃
采样频率	0.5s ~ 99h	温度精度	±0.1℃
内存	2 × 24000	温度分辨率	0.01℃
电池寿命	8 ~ 10 年	温度补偿范围	-10 ~ +40℃

Diver 通过钢丝或直接读数线缆 DRC 悬挂放入监测井中即可工作,既可以定期读取数据,也可以通过 GPRS 在线监测系统数据进行动态实时监测。Diver 的内存可记录 2 × 24000 个数据,通过连接读数装置,存储的数据可下载到计算机处理分析。

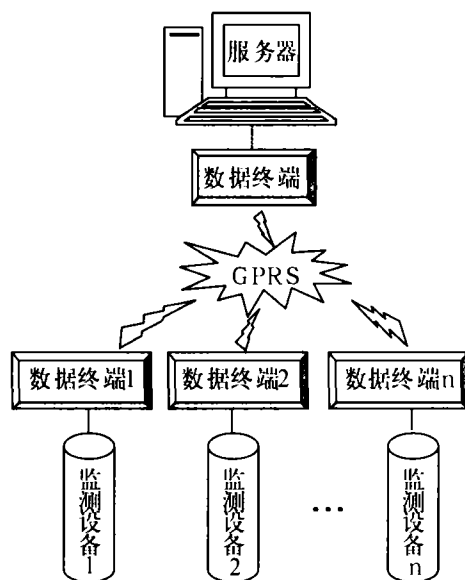


图 1 地下水水位、水温自动监测系统结构

### 3.2 GPRS 数据终端

控制中心与监测端通过基于 GPRS 无线通讯技术开发的数据终端组成在线监测网络,利用监测通讯、管理软件实现监测数据远程采集、实时监测和远程参数设置。

GPRS(General Packet Radio Service)即通用分组无线业务,它是利用“分组交换”(Packet-Switched)技术,在现有 GSM 网络上发展出的一套无线数据传输业务。GPRS 特别适用于间断的、突发性的或频繁的、少量的数据传输,也适用于偶尔的大数据量传输,相对原来 GSM 的拨号方式的电路交换数据传送方式具有如下优点:①实时在线:GSM 拨号网络断线后必须重新拨号才能再次接入网络。GPRS 随时都与网络保持联系,无需为每次数据的访问建立呼叫连接;②快速登录:GPRS 无线终端一开机,就已经与 GPRS 网络建立了连接,每次登录网络,只需要一个激活过程,一般仅需 1 到 3 秒。而 GSM 拨号方式接入网络需要拨号、验证用户姓名密码、登录服务器等过程,至少需要 8 ~ 10 秒甚至更长的时间。③按量计费:GSM 按上网时间计费,而 GPRS 计费以通信的数据流量为主要依据,体现

了“得到多少、支付多少”的原则。没有数据流量传递时,用户即使挂在网上也是不收费的。④高速传输:GPRS 速度 10 倍于 GSM,数据传输最高速率可达 171.2kbps,在现有网络条件下平均速率为 20 ~ 40 kbps。

GPRS 的这些特点充分满足了地下水在线监测系统的通信需求,地下水自动监测管理系统正是充分利用 GPRS 的这些优点,在控制中心与监测端构建无线监测网络,实现地下水动态的实时监测。系统的数据终端设备内部采用西门子工业级 MC-35i 无线接入模块,传输稳定可靠。

## 4 软件系统

监测部分的软件系统包括监测端 LDM 软件、控制中心的在线监测通信软件和在线监测管理软件三部分。地下水模拟软件采用 feflow 模型,数据库采用 SQLserver2000,信息管理软件自主编写。

### 4.1 Logger Data Manager (LDM) 软件

Diver 测定以厘米水柱表示的绝对压力(水的压力和大气压力),为获得准确的水位变化,需要对大气压力进行补偿。使用专门设计和价格便宜的 Baro-Diver 通过 LDM 软件,可以轻易地对大气压力进行自动补偿。LDM 软件使监测系统更加完善,利用该软件还可以设置开始和结束时间,选择监测频率等。

### 4.2 在线监测通信软件

该软件用于在控制中心与监测端进行远程通信,完成终端的网络接入,对 Diver 进行设置和读取数据。由该软件实现数据自动接收、实时监测、提取全部监测数据、设置和修改设备参数等功能。

### 4.3 在线监测管理软件

在线监测管理软件是以 SQL Server 作为数据库,利用 VB 开发的可视化地下水监测管理软件,它集数据计算、处理、查询等功能于一体,并且实现自动监测数据库与人工监测数据库的数据共享,是一套功能完善、使用方便的监测数据管理软件,具有如下优点:(1)具有独立的数据库系统,且数据库系统有较好的兼容性,可连接人工监测数据库,实现数据共享,完成站点数据的实时和历史管理。(2)对测量数据进行存储、记录、分析、处理,并具有完善的查询功能。实现数据实时浏览、站点历史数据曲线、数据的月、季度、年度报表的自动生成与打印、查询数据的 Excel 文件导出等功能。(3)对不同监测点的同一监测指标进行曲线对比。(4)系统可视性好,操作简便,易学易用,功能强大。

### 4.4 其他软件

地下水模拟软件采用德国的 feflow,它是国际上先进的地下水模拟软件,可以模拟二维流、准三维流、三维流地下水稳定流、非稳定流,也可以模拟水质问题,也可以将两者联系起来进行模拟,Feflow 以其强大的功能著称。数据库系统 SQLserver2000 具有良好的通用性。

## 5 示范区实践与应用效果

示范区位于石家庄市东部平原,东经 114°39'至 115°28';北纬 37°37'至 38°18'。行政区划包括辛集市、深泽县、无极县、藁城市、晋州市等 5 县市。据 2002 年资料统计,该区现有地下水监测井 84 眼(浅井 80 眼、深井 4 眼)(均为人工监测井)。根据站网优化调整方案以及建立地下水自动监测系统的要求,在示范区内选择 6 眼井配备 Diver 地下水自动记录仪,作为系统样本,建设地下水自动监测系统。示范区及自动监测点分布图见图 2。

地下水自动监测系统自 2005 年 4 月建成投入运行以来,监测部分运行稳定可靠,充分体现了其自动化监测的优点,使用方便,容易掌握,安全性能强,维护简易;监测数据准确可靠,精度较高,不受外界因素的干扰;数据传输及时,能够进行实时监测,监测频率和仪器参数能够随时远程修改等。

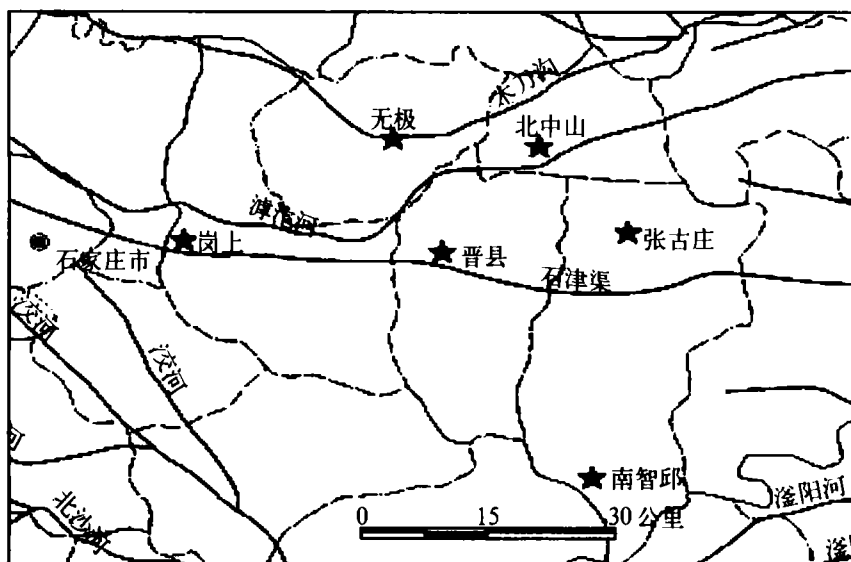


图2 示范区自动监测点分布图

## 6 系统建设应注意的几个问题

本系统采用 GPRS 方式来进行地下水监测数据通讯,监测端需要加载 220 伏市电进行供电,虽然断电情况下并不影响系统的地下水监测,但是不能进行数据传输。特别是近年来全国整体上呈现电力不足,农村供电状况更是不容乐观,在一定程度上影响了系统的运行,改用电瓶供电方式更适合当地情况。由于 GPRS 独特的电信运行模式,要求服务端 24 小时不停在线,这对服务端的设备提出更高的要求,同时也要求管理人员要保证在线进行维护和保障。特别是 GPRS 要求服务端拥有独立的因特网固定 IP 地址,容易遭受来自网络的各种攻击,应在服务器加装软硬防火墙和杀毒软件,来保障系统的正常运行。

## 7 结论

本系统主要的成本在监测端,由于进口设备价格昂贵,目前来看大规模普及自动监测还具有一定的困难,但自动监测具有的诸多优点是传统方法不能比拟的,可以相信在设备成本降低以后,自动监测将成为地下水监测的主要方式。

本地下水自动监测管理系统运用现代先进的 GPRS 无线通讯技术,采用国际最先进的地下水自动监测仪器,配套功能完善的管理软件,大大提高了地下水管理的时效性和准确性,是目前国内在地下监测方面自动化程度高和技术先进的监测系统。通过监测石家庄平原区的地下水动态变化,模拟地下水流运动,提出区域地下水开发利用方案,为地下水的可持续开发利用保护和管理提供科学依据。

### 参考文献:

- [1] 阎长虹,张成元,许宝田,等. 地下水水位自动监测网络系统研制[J]. 水利水电科技进展,2004,24(2).

**作者简介** 李明良(1968-),河北定州人,高级工程师,主要从事地下水管理和水资源计算评价等工作。任印国(1978-),河北赞皇人,助理工程师,硕士,主要从事地下水资源评价工作。王春泽(1956-),河北沧州人,正高级工程师,主要从事水文水资源管理工作。联系电话:0311-85696530,13731133638 李明良。(本示范区建设为水利部“948”项目。)