

# 北京市平原区地下水位自动化监测网建设

刘久荣, 韩 征, 林 沛

(北京市水文地质工程地质大队, 北京 100195)

**摘 要:** 地下水监测是一项重要的基础性水文地质工作, 北京市进行地下水监测已有50多年的历史, 为城市建设提供了有效服务。本文介绍了北京市地下水位自动化监测网现状技术特征, 提出了监测井空间分布优化与自动化监测设备优化等措施, 以进一步提高监测效率与精度, 更好地为城市经济建设和环境保护提供有关基础性资料和服务。

**关键词:** 自动化; 水位监测; 监测网建设

中图分类号: P641.74

文献标识码: A

文章编号: 1007-1903 (2011) 04-0001-03

## 0 引言

地下水监测是一项社会公益性地质工作, 其成果是地下水资源开发利用、管理和保护最重要的依据<sup>[1]</sup>。北京是水资源供需矛盾日益突出的大城市, 水资源短缺已成为制约城市建设和经济发展的重要自然因素, 北京市地下水资源丰富, 开发程度很高, 开展地下水监测工作有重要意义。

国外开展地下水监测的历史悠久, 欧洲许多国家重视地下水位、水质、水量等要素监测, 并建立监测数据存储传输系统, 对采集到的数据进行保存和分析。荷兰建立了完善的地下水位监测网, 目前大约有30000眼地下水监测井, 其地下水位监测网区分3类: 水资源管理监测网, 水系统运行监测网和科研网。其中大部分监测井是由志愿者监测, 一般每月监测两次<sup>[6]</sup>。近些年很多国家为区域监测

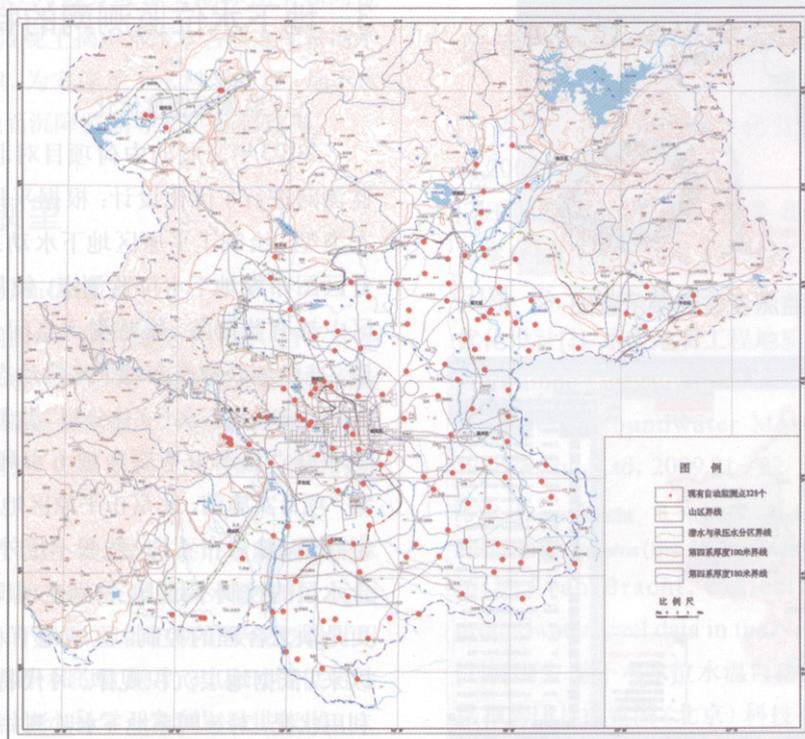


图1 北京市平原区地下水位自动化监测井分布图

网安装了大量的自动化监测仪器,大大提高了监测的技术水平。

北京市目前已经建立了较为完善的地下水位自动化监测体系。本文介绍了其监测网运行现状、监测网技术特征,提出了监测井空间分布与监测设备配置优化等措施,以提高监测网运行效率和监测精度,为北京市城市建设、环境保护等提供基础性资料。

## 2 北京地下水监测井网运行现状

### (1) 监测井网简况

2003—2008年开展的中荷合作项目“中国地下水信息中心能力建设”,将北京平原作为地下水监测示范区,初步建立了北京市平原区地下水位自动化监测网。至2010年12月,自动化监测网共有潜水监测井145眼,承压水监测井178眼,基岩水监测井5眼(图1)。其中分布在第四系第一含水层组监测井145眼,第二含水层组101眼,第三含水层组48眼,第四含水层组29眼,基本实现了平原区地下水位的自动化“立体分层”监测。



图2 自动化监测设备连接示意图

### (2) 监测设备运行现状

自动化监测网现安装监测设备328套,每套设备包含水位监测仪和无线传输仪两个部分(图2)。水位监测仪现有Mini-Diver、TD-Diver等多种类型,普遍具有较强的抗腐蚀能力。其数据采集频率为24次/日,监测精度达到厘米级,内置电池可持续供电7年以上,数据测量准确,仪器运行稳定。无线传输仪现有GWDT-3、ZKGD2000-M等多种类型,普遍具有耐高温、抗腐蚀的特点,发射频率一般设定为1次/日,内置电池可持续供电两年以上,仪器工作状态良好,仪器运行基本稳定。监测设备自2003年开始运行以来,已经积累了大量长序列、高频率和高精度的地下水位监测数据,满足了有关部门的要求。

### (3) 自动化监测设备管理系统的运行现状

自动化监测设备管理系统(图3)由中国地质环境监测院开发完成,用来对自动化监测井和监测设备进行日常维护管理。系统架构于Windows平台下<sup>[7]</sup>,由数据库子系统、数据分析子系统和成果发布子系统组成,提供监测数据的采集、传输、整理、入库、导出、统计分析等服务。该系统目前运行稳定,能够及时、准确的收集地下水位监测数据,已用于地下水位监测的日常管理工作中。

## 3 地下水位监测网的特点

### (1) 监测网密度优化

2003年开展的中荷项目对北京市平原区地下水位监测网进行了优化设计;根据平原区内不同的地下水动态类型,绘制了平原区地下水动态类型分区图;并根据分区图布设地下水位监测点,使每个地下水动态类型分区中都有监测井,使监测点空间分布更加合理,能够快速、准确地获取全市地下水位动态信息。

### (2) 地下水“立体分层”监测

在“北京市平原区地下水环境监测与初步整治方案”项目实施前,北京市平原区地下水位监测体系存在一定问题,除分布不均、数量不足外,更体现在对不同深度含水层的控制不足上,特别是对深度大于100m的含水层更是缺乏合理的控制。区域地下水环境监测网建设实施以来,依据地层沉积规律、时代特征,并结合地下水开发利用状况,对第四系地下水监测井的监测层位进行了更为准确的划分,分别对应于潜水含水层组、第一承压水含水

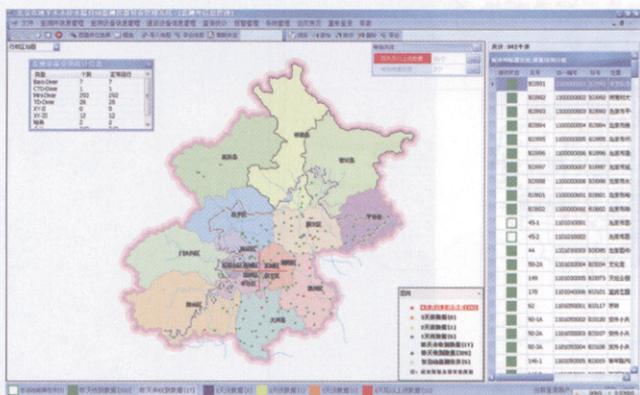


图3 自动化监测设备管理系统主界面图

层组、第二承压水含水层组和第三承压水含水层组，使每个层组都有了适当数量的监测点。

### (3) 地下水自动化监测水平不断提高

2003年以来尝试过几种国产和进口的压力式地下水监测设备，最终认可的是荷兰生产的Diver系列地下水自动监测仪。为了能够实现监测数据的自动传输，在中国地质环境监测院的支持下，进行了国产的地下水监测数据自动传输仪与Diver配套，建成了方便、可靠的地下水位自动监测仪传输系统。目前，监测设备采集频率为1次/小时，监测精度可达厘米级，数据测量准确，仪器运行稳定。自动传输仪发射频率为1次/日，其工作状态良好，运行基本稳定。

### (4) 建成了设备信息管理系统

该系统架构于Windows平台下，主要由数据库子系统、数据分析子系统和成果发布子系统组成，系统已开发了监测井管理、仪器设备管理维护、监测数据存储、曲线图生成、数据导入导出、审核管理和设备故障诊断等功能，可以在室内辅助工作人员对整个自动化监测网进行全面的管理维护。

### (5) 实施一井多层监测井示范工程

一井多层地下水监测示范工程是利用Westbay多层地下水监测系统，进行地下水分层取样和同位素测试工作。依靠其取样和测试结果，可以开展水文地球化学和同位素水文地质学分析，从微观上揭示地下水各层之间垂向水力联系和循环演化规律，为实施地下水科学管理、地下水可持续开发利用以及地面沉降监测等提供基础数据。

## 4 监测网优化展望

### (1) 监测井空间分布优化

2003—2011年期间，北京市建立了怀柔、昌平等多个应急水源地，对区域地下水水流场产生了很大影响。因此有必要对近几年地下水水流场变化较大的地区，对地下水动态类型分区进行科学调整，以获取到更为准确、全面的地下水动态信息。

岩溶裂隙水和基岩裂隙水已是北京市重要城市供水水源之一。但北京地区现仅有10余眼裂隙水监测井，远远不能满足其水资源监测的需要。目前迫切需要规划设计用于岩溶裂隙水和基岩裂隙水的监测井，以及时提供岩溶水的动态变化信息，为岩溶水科学开发利用提供依据。

### (2) 自动化监测设备配置信息优化

①监测网现采用的水位监测仪、传输仪均不能实现远程双向控制。建议尽快实现仪器设备双向通讯机制，可以远程调整监测仪的工作方式、监测频率、监测时间，同时应提高可以控制传输仪的发射频率、发射时间，以满足应急需求。

②应提高现行传输仪的防水、防潮性能，以避免井内潮湿造成的设备短路。今后应更新设备，优先采用防水传输仪，保持环境温度恒定，避免电路过早老化和短路。

③现运行的传输仪因生产厂家不同，具有不同的网络制式和数据格式，增加服务器解译的压力。建议未来对各类传输仪建立统一的网络制式和数据格式，减轻服务器的压力。

## 5 结论

北京市开展地下水监测工作已有50多年的历史，现已建立了较为完善的地下水位监测体系。本文在分析北京市现有地下水位监测网情况基础上，论述了现有监测体系的特点，认为现有地下水监测体系已具备一定的创新性特点，可以满足地下水科学监测的要求。同时针对监测网的运行现状提出了一些改进措施和调整方法，让地下水监测科学成果能够为城市建设、经济发展和人民生活改善提供有效服务。

## 参考文献

- [1]胡 军.地下水的自动化监测过程.水文地质工程地质,2003,30(1):101.
- [2]王丽亚,刘久荣,周 涛等.北京平原地下水可持续开采方案分析[J].水文地质工程地质,2010,37(1):9~16.
- [3]周 磊,王翊虹,林 健等.北京平原区地下水水质监测网优化设计[J].水文地质工程地质,2008,2(1):1~9.
- [4]Philippe Quevauviller,Anne-Marie Fouillac,Johannes Grath etc,Groundwater Monitoring [M], London, Wiley&Son, Ltd, 2009,21~22.
- [5]M.J.van Bracht, E.Romijn, Redesign groundwater level monitoring systems(the Netherlands),PN85-13,1985.
- [6]M.J.van Bracht, Collection and mangement of groundwater level data in the Netherlands,PN89-02,1989.
- [7]杨国宝.地下水水位水温自动监测仪器设备管理系统总结报告[R], 构輿图(北京) 科技有限公司,2010,7.

(下转第35页)

风暴重现期水位高度值的正确判断，同时影响多期风暴潮潮位对比研究结果的可信度。

(2) 地面沉降导致防潮堤顶标高逐年下降，防潮能力下降。

(3) 地面沉降引起验潮水准标尺高程持续下降，从而导致警戒水位相对于历史水平存在偏低的可能性。另外，验潮水准标尺与防潮堤之间的不均匀沉降，极可能导致预报级别偏高或偏低。

### 参考文献

[1]叶琳.我国重大的风暴潮灾(1949—1990)与现行风暴潮监测、预警系统.论沿海地区减灾与发展——全国沿海地

区减灾与发展研讨会论文集[C].1991.

[2]河北省旱涝预报课题组.海河流域历代自然灾害史料[M].北京:气象出版社, 1985.

[3]游景炎.渤海湾风暴潮的时空分布[J].河北气象, 14(4),1995.

[4]中国地理学会海洋地理专业委员会.中国海洋地理[M].北京:科学出版社, 1996.

[5]河北省地质调查院.环渤海地区(河北部分)地下水资源与环境地质调查评价[R],2005.

[6]王宏,高志文,王福等.渤海湾西岸风暴潮:叠加地质因素的新探讨[J].地质通报,29(5),2010.

[7]石强.沿海防潮警戒水位的基本意义和确定方法研究[J].海洋预报, 15(3), 1998.

## The Effect of Land Subsidence on Storm Surge along the Bohai Bay

WANG Wei, ZHOU Jun, YI Changrong

(Land Subsidence Control Office of Tianjin City, Tianjin 300061)

**Abstract:** There have been serious land subsidence and storm surge in the coastal areas of Bohai Bay. In this paper, three items may be discussed with land subsidence, such as storm tide bit from the determination and comparative studies, the increased storm surge disasters, plans of disaster control and so on. The article concludes that land subsidence absolutely affects the above-mentioned items by different degrees, and land subsidence must be considered in the disaster prevention and control of storm surge.

**Keywords:** Bohai Bay; Tianjin City; Land subsidence; Storm surge

(上接第3页)

## The Establishment of Automatic Monitoring Network of Groundwater Level in Beijing Plain Area

LIU Jiurong, HAN Zheng, LIN Pei

(Beijing Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Beijing 100195)

**Abstract:** Groundwater monitoring is an important basic hydrogeological project. Groundwater monitoring in Beijing has been for 50 years, which has provided effective services for urban construction. In this paper the current status and the technical characteristic of the automatic monitoring network of groundwater level in Beijing Plain Area are described; the optimization spatial distribution of monitoring wells and automated monitoring equipment etc. are proposed; these recommendations and suggestions will further improve monitoring efficiency and precision, provide basic data and effective service for developing urban economic and protecting Beijing environment.

**Keywords:** Automatization; Groudwater level monitoring; Network establishment