

# 地下水监测模拟与系统应用平台 思路探讨

刘剑达

(河北省承德水文水资源勘测局, 河北 承德 067000)

**【摘要】** 本文阐述了国内外关于地下水监测系统研究现状, 强调采用先进的三维可视化以及数值模拟等高新技术, 以承德市地下水监测模拟系统平台为研究目标, 开展地下水系统模拟与应用系统开发, 实现地下水体及含水层空间结构的多维描述和清晰透视, 以仿真的形式再现地下水位和降落漏斗的动态变化, 实现区域地下水资源快速分析、计算和评价, 最大限度地增强含水层空间分析和地下水资源评价的准确性, 为地下水管理向动态管理、精细管理和可视化管理提供支撑。

**【关键词】** 地下水; 监测模拟; 系统应用; 承德市

中图分类号: TV211.2

文献标志码: A

文章编号: 2096-0131(2017)08-0029-04

## Discussion on groundwater monitoring simulation and system application platform thinking

LIU Jianda

(Hebei Chengde Hydrological Water Resources Survey Bureau, Chengde 067000, China)

**Abstract:** In the paper, the research status of groundwater monitoring system at home and abroad is described. It is emphasized that advanced 3D visualization, numerical simulation and other high-tech techniques are adopted. Chengde groundwater monitoring situation system platform is regarded as the research object for groundwater system simulation and application systems development, thereby realizing multi-dimensional description and clear presentation of groundwater and aquifer space structure. Groundwater level and depression cone dynamic changes are reproduced in the form of simulation, thereby realizing quick analysis, calculation and evaluation of groundwater resources in the area, and maximally enhancing the accuracy of aquifer space analysis and groundwater resources evaluation. Support can be provided for groundwater dynamic management, refined management and visual management.

**Keywords:** groundwater; monitoring simulation; system application; Chengde

地下水监测是水文工作的重要内容, 是一项长期的基础性、公益性事业。随着经济社会的发展、水资源大规模的开发利用和管理需求的不断提高, 全国地下水监测管理工作已逐步走向正规化、规范化的轨道, 在工农业生产、城镇供水、环境保护以及抗旱减灾过程中发挥了积极的作用。

随着我国经济社会的快速发展, 地下水的长期不合理开发利用以及人类活动对自然环境影响的加剧, 引发了地下水位下降、河道断流趋势加重、湖泊湿地萎缩、泉水干涸、海水入侵、水质污染等一系列生态环境问题。地下水监测是认识和掌握地下水动态变化特征、分析评价地下水资源、制定合理开发利用与有效保

护措施、减轻和防治地下水污染及其相关生态环境等问题的重要基础。

### 1 国内外研究现状

地下水监测是获得第一手水文地质信息的有效手段,在地下水管理中具有不可替代的作用<sup>[1]</sup>。在国外,地下水监测从监测的目的上来考虑,如欧洲一些国家主要是从规划管理长期监测数据,包括基站、水量、水质等要素<sup>[2]</sup>;美国主要是地下水数据贮存与检索系统开发,建立地下水数据库<sup>[3]</sup>;美国的 Brigham Young University 环境模型研究实验室和美国军队排水工程实验工作站综合开发的地下水模拟系统(Groundwater Modeling System),用于地下水模拟的图形界面软件,大大简化了建模模拟过程<sup>[4]</sup>。总而言之,在西方发达国家,地下水监测系统研究比较早,相应的监测规范比较完善,能更好全面地对地下水开发利用与保护形成一个完整的体系。

在国内,我国环境保护部门对地下水监测工作起步相对较晚,还没有形成较完整的地下水环境监测体系,而且大多的监测井主要以地下水源地监测为主<sup>[5]</sup>。比如,王宁涛等<sup>[6]</sup>建立福建龙岩市马坑铁矿矿区地下水监测与预警系统,实现监测数据的提取与分析功能;李瑞<sup>[7]</sup>利用图形用户界面开发地下水模拟系统,并集成了径向基函数配点法和有限元法来计算地下水模型问题。随着计算技术发展,监测模拟模型得到广泛应用,目前被广泛应用于地下水和地表水的水量、水质模拟和预测。

### 2 基本概况

承德地处河北省东北部,位于华北和东北两个地区的连接过渡地带,境内有滦河、潮河、辽河、大凌河四大水系,地表水资源量为 18.74 亿 m<sup>3</sup><sup>[8]</sup>,地下水资源量为 17.1 亿 m<sup>3</sup>,年降雨量为 402.3 ~ 882.6mm,降雨分布具有干湿界限分明的季节变化特点,是京津唐的重要水源地。承德属季风气候区,风向的变化具有明显的季节性,年平均气温的分布是由北向南增高,7 月最热,8 月温度开始下降,1 月最冷。

### 3 地下水应用监测系统平台思路

地下水系统模拟与开发主要建设内容包括:数据库建设、地下水模型建设、业务应用系统开发、系统集成。地下水系统模拟总体框架如图 1 所示。

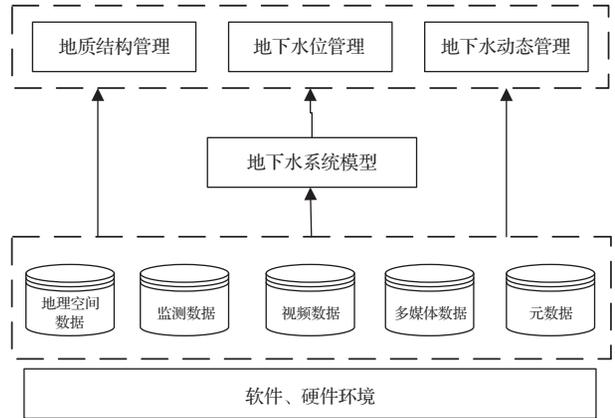


图 1 地下水系统模拟总体框架

#### 3.1 数据库

数据库用于统一存储、管理典型区域地下水相关各类数据,根据项目实际需要,新建地理空间数据库、地下水监测数据库、地下水模型成果数据库、多媒体数据库和元数据库。地下水管理数据库建设内容如图 2 所示。

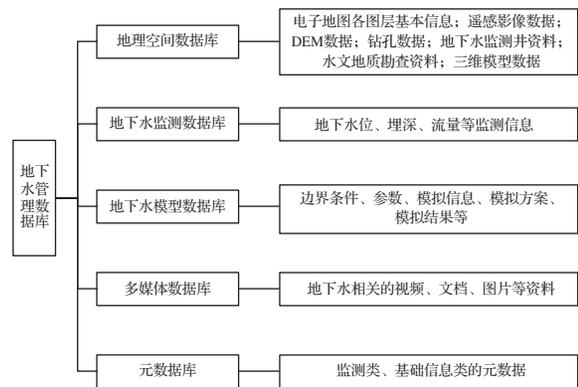


图 2 地下水管理数据库建设内容

#### 3.2 地下水模型

根据河北省地区地质构造与地下水分布情况,建立承德地区地下水数值模拟模型,模拟现状年地下水流场情况,评价分析区域地下水资源量,并运用该模型预测不同环境下地下水位的动态变化趋势,为业务应

用系统的建设提供决策支持。

### 3.2.1 水文地质概念模型

合理概化区域水文地质条件,包括含水层实际的边界模型、内部结构、渗透性质、水力特征和补给、排泄条件等,建立水文地质概念模型,为建立地下水流数值模拟模型提供依据。

### 3.2.2 数值模型建立和参数率定

在水文地质概念模型基础上,运用地下水模型软件 GMS 建立模拟区地下水流数值模型,通过流场和典型观测孔水位过程线的拟合,识别水文地质条件和参数,分析区域内地下水均衡状况。

### 3.2.3 模型应用

利用地下水数值模型,评价模拟区地下水补给资源量、可开采资源量,计算给定地下水开发利用条件下地下水流场和水位变化趋势。

## 3.3 业务应用系统开发

业务应用系统是实现地下水体及其赋存环境的三维空间可视化透视,以多维的方式集中展现地下水各类监测信息、模拟信息、预测决策信息等,并对所生成的三维地表环境、钻孔和地质体进行动态分析和评价,以仿真形式从多角度预测各种变化环境条件下地下水流场和降落漏斗的时空动态变化过程,实现任意区域的地下水资源快速分析计算。承德地区地下水业务系统开发主要是从地质结构管理、地下水位管理和地下水资源动态评价 3 部分探讨。

### 3.3.1 地质结构管理

建立承德地区三维地质结构系统,重现平原区浅层水含水层的地层界面、属性、走向和地质体的空间形态和组合关系。通过地质结构三维可视化与分析系统的建立以及强大的可视化功能的体现,将地质体及其形态构造直观展现在决策者和管理人员的面前,最大限度地增强地质分析的直观性和准确性,提高对难以想象的复杂地质条件的理解和判别,减少对地下水含水层结构认识的盲目性和抽象性。

### 3.3.2 地下水位管理

基于三维地质结构,利用地下水位监测数据,建立

地下水模型,以仿真的形式从多维角度再现现状条件下地下水位情况,预测变化环境条件下地下水位、降落漏斗的时空动态变化,实现地下水各类空间要素的属性查询和分析评价,以及地下水流场可视化和评价结果的图像表达和屏幕输出。

### 3.3.3 地下水资源动态评价

基于三维地质和三维地下水流场的可视化构建和表达,实现现状及变化环境条件下的区域地下水资源量的查询和评价。结合三维地下水渗流系统中各条件下地下水流场的变化,计算区域地下水资源量,包括地下水总资源量、可开采量、开采量、总补给量、排泄量、蓄变量、超采量等,实现地下水开采强度、地下水位变幅等的查询和统计分析,具体评价分析结果见下表。

承德市地下水开采资源保证程度表

序号	项 目	上二道 河子	橡胶坝	下二道 河子	承钢- 栾电
1	地下水补、排均衡量/万 m <sup>3</sup>	3.1	-6.2	-1.1	4.6
2	地下水蓄变量/万 m <sup>3</sup>	112.3	167.9	143.9	229.0
3	1+2	115.4	161.6	142.8	233.6
4	地下水开采资源量/万 m <sup>3</sup>	97.6	142.1	83.4	171.0
5	保证程度/%	1.2	1.1	1.7	1.4

## 3.4 数据库、地下水模型与业务应用系统集成

地下水三维仿真模拟系统包括数据库、地下水模型与业务应用系统三个相对独立的部分,其中业务应用系统中的地质结构管理模块、地下水位管理模块中的地下水监测井和现状水位展示可以直接访问数据库中的数据,而地下水位管理模块中的变化环境下水位展示以及地下水资源动态评价模块需要与地下水模型进行耦合,通过模型运算生成模拟结果,为模块提供数据支持;业务应用系统与模型之间通过数据库实现数据传递。系统与模型数据接口如图 3 所示。

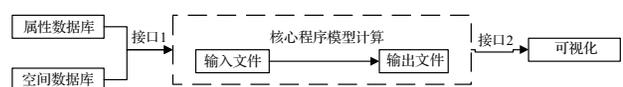


图 3 系统与模型数据接口框图

## 4 结 语

加强地下水监测模拟是贯彻落实党和国家重要治水思路,加强水生态文明建设,保障国家水安全的战略性、基础性、长期性工作。结合河北省现有地下水分布与开发形式,建立比较完整的承德市地下水监测站网,实现对地下水动态的有效监测,以及对大型平原、盆地及岩溶山区地下水动态的区域性监控和地下水监测点的实时监控;为各部门和社会提供及时、准确、全面的地下水动态信息,满足科学研究和社会公众对地下水信息的基本需求,为优化配置、科学管理地下水资源,保护生态环境提供优质服务,为水资源可持续利用和国家重大战略决策提供基础支撑,实现经济社会的可持续发展。◆

### 参考文献

[1] 戴长雷,迟宝明,林岚,等.基于GIS的地下水监测管理信

(上接第28页)水量、电量测算完成并经市人民政府审定后,上报昌吉回族自治州水利局和昌吉回族自治州经信委,由昌吉回族自治州水利局、昌吉回族自治州经信委联合下达单井水量、电量指标。用电业主应依法依规到市水利局按年度测算的用水量,缴纳水资源费和水资源补偿费后,昌吉市水利局出具《取用水供电告知单》。用电业主凭昌吉市水利局出具的《取用水供电告知单》到电力企业办理购电手续。只有这样才能实现“三条红线”的控制指标。

井电双控措施正处于初步实施阶段,这需要政府的决策,水行政主管部门的指导和各级水利工作者的共同努力,井电双控措施才能落实到位。确保地下水开采量只减不增,遵循依法管理、保护生态,总量控制、定额管理,以水定地、以电控水,节约奖励、超用限量的原则。昌吉市的地下水才可控制在可控范围之内,这是一项非常艰巨的任务。

## 5 结 语

本文介绍了新疆昌吉市水资源现状,分析了昌吉市地下水“漏斗”形成原因和今后发展趋势。分析了昌吉市地下水超采原因,以及地下水超采对昌吉市水

息系统(GSMIS)分析与设计[J].遥感技术与应用,2005,20(6):625-629.

- [2] 杨建青,章树安,陈喜,等.国内外地下水监测技术与管理比较研究[J].2013,33(3):18-24.
- [3] 陈梦熊,马凤山.中国地下水资源与环境[M].北京:地震出版社,2002.
- [4] 魏明海,刘伟江,白福高,等.国内外地下水环境监测工作研究进展[J].环境保护科学,2016,42(5):15-18.
- [5] 周东,杨忠山,杨建青,等.地下水模拟与预测一体化平台构建[J].水文,2009,29(6):40-45.
- [6] 王宁涛,谭建民,闫举生,等.矿区地下水监测与预警系统研究——以福建省龙岩市马坑铁矿为例[J].安全与环境工程,2011,18(1):95-100.
- [7] 李瑞.基于MATLAB的地下水模拟系统开发研究[D].大连:辽宁师范大学,2014.
- [8] 袁杰,张向宇,张晓红.承德地区地下水分布特征即动态变化趋势分析[J].地下水,2013,35(4):88-89.

资源造成的影响,并介绍了昌吉市所采取的应对措施。通过开展农业初始水权登记、实行差异化水价、开征水资源费、计征水资源补偿费、实施井电双控等措施,以农业水权水价综合改革为导向,建立以优化配置水资源、节约用水、提高用水效率和效益、促进水资源健康可持续利用为核心的农业水价形成机制和水价体系,不断提高供水服务能力和用水管理水平。到2020年,昌吉市农业综合用水定额由目前的425m<sup>3</sup>/亩降低至354m<sup>3</sup>/亩;万元工业增加值用水量由2012年的80m<sup>3</sup>降至24m<sup>3</sup>。农业灌溉水利用系数由目前的0.57提高到0.65,在降低农业用水总量基础上,将农业节约水量逐步向工业、城市、生态用水有效转移。◆

### 参考文献

- [1] 李瑞亮.我国地下水资源开采对环境地质的影响概述[J].科技致富向导,2012(14).
- [2] 王金超,谢毅.浅议新疆地下水开发利用与保护对策[J].建筑科技与管理,2009(9).
- [3] 新疆昌吉回族自治州水利局.加强地下水资源管理为昌吉州经济社会全面协调可持续发展提供坚实水资源保障[J].新疆水利,2010(1).