

# GMS模型在叶盛饮用水水源地保护区划分过程中应用

李学

宁夏公路勘察设计院有限责任公司

DOI:10.12238/gmsm.v6i6.1605

**[摘要]** 本文采用GMS模型对叶盛水源地水量进行预测,通过与水量数据对比分析后发现模型预测结果与实际情况较为吻合。研究表明,采用GMS模型对叶盛水源地进行水量预测具有一定的可行性和实用性,但是由于GMS模型所需参数较多且较为复杂,因此本文利用GIS技术、流域特征分析、空间自相关分析以及多元线性回归等方法对叶盛水源地水量进行了研究。研究结果为叶盛水源地保护区划分及保护提供了科学依据。

**[关键词]** GMS模型; 叶盛饮用水水源地; 保护区划分

中图分类号: TV149.2 文献标识码: A

GMS model was applied in the process of demarcating the protected area of Yesheng drinking water source area

Xue Li

Ningxia Highway Survey and Design Institute Co., LTD

**[Abstract]** In this paper, the GMS model is used to predict the water quantity of Yesheng water source. After comparing and analyzing the water quantity data, it is found that the prediction result of the model is in good agreement with the actual situation. It is feasible and practical to use GMS model to forecast the water quantity of Yesheng water source. Due to the large and complex parameters required by the GMS model, this paper uses GIS technology, watershed feature analysis, spatial autocorrelation analysis and multiple linear regression to study the water quantity of Yesheng water source. The results provide a scientific basis for the division and protection of the protected area of Yesheng water source area.

**[Key words]** GMS model; Ye sheng drinking water source; Division of protected areas

## 引言

饮用水水源地作为人们生活生产的重要保障,其环境安全是一个国家可持续发展战略的重要组成部分。吴忠市位于我国西部地区,并且水资源是西部地区经济发展的重要保障,其中叶盛水源地是吴忠市重要的规划水源地。但是,由于城市化进程加速,人口不断增长,水资源供需矛盾日益突出。基于此,本文以叶盛水源地为研究对象,运用GMS模型进行水量预测并划分保护区。

### 1 饮用水水源地地下水水质点运移模拟

#### 1.1 水文地质概念模型建立

水文地质概念模型指按照仿真目标,简化真实水文地质条件,收集相关数据,分析地下水系统,为构建地下水流数值模型奠定基础。水文地质概念化内容有:边界条件概化、含水层结构概化、参数分布概化等。

##### 1.1.1 边界条件概化

流域内的径流预报区域以冲湖积平原为主,地形平坦。为减

小边界效应影响,向南、西延伸至银川平原边缘,向东延伸至黄河。西部可概化为一般水头边界(GHB,混合边界),北部与地下水流场相连,在后续开发过程中会发生细微改变,可以将其概括为流量边界。模拟区上界是地表,含水层接收地表径流和大气降雨等入渗,底界以当前最大钻孔深度260m作为计算范围,且假定在概化深度内,不存在地下水与地下岩层的相互交流。

##### 1.1.2 含水层结构概化

模拟区为多层结构的松散岩类孔隙水,分析钻井数据,南部有单独的潜水含水层,在西北部和东北部为多层结构区,从上到下可以分为三个含水岩组。

##### 1.1.3 参数分布概化

模拟区含水层以黄河冲积物和山前洪积物组成,水文地质特征相对均匀,渗流特性相对稳定,在空间上差异不大。依据模拟区第四系沉积规律、含水层岩性水文地质参数经验值,结合抽水实验结果,将含水层水文地质参数区域化和数字化。

##### 1.2 模拟软件选择

选择GMS作为软件,使用有限差分法进行计算。GMS包括边界概化、建模、后处理、参数调整和可视化等多种工具。

### 1.3 模拟软件选择

#### 1.3.1 模型空间离散

基于仿真准确性考量,将剖分网格尺寸设定为 $150\text{m}\times 150\text{m}$ ,有22500个可移动单元格,剖分结构示意图见图1。

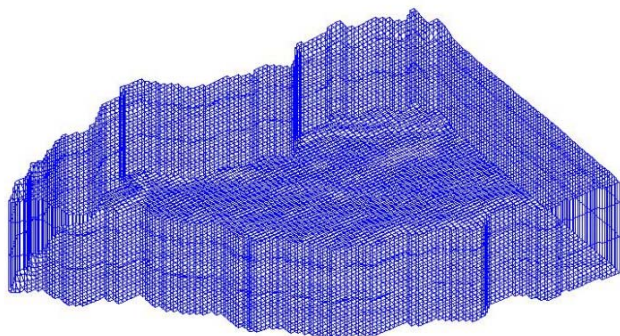


图1 含水层网格剖分图

#### 1.3.2 模型时间离散

以数据和地下水动态观测为基础,将模拟期定为2016年12月至2017年9月,划分成10个应力期,再将每个应力期分成3个时间步长。在变常流动模式中,采用稳态流场数值模拟法。

#### 1.4 模型识别与校验

地下水流动模式的辨识和检验是研究的关键问题,建立地下水流动模式的前提条件是验证其准确。在地下水资源评价、水位预报及科学管理等方面,对其进行辨识与修正,会对结果产生较大影响。该模型的辨识和验证使用试估—修正法。

在对该方法进行辨识与检验时,应遵循如下原则:①模拟地下水流动与真实地下水流动一致;②对地下水动力过程进行数值仿真,其结果应与真实地下水位曲线形态一致;③基于平衡观点对地下水变化进行模拟,使其与真实情况保持一致;④确定与现场情况一致的水文地质指标。

基于上述原理,经过多次调节参数和平均测度,对流域内的水文地质进行辨识,对模型结构、参数及平衡因素进行研究,用稳态流动模式计算出含水层流场,与观察井水位进行拟合<sup>[4]</sup>。

## 2 保护区划分与定界

### 2.1 水源地开采井布置方案

#### 2.1.1 水源地开采井布置原则

(1)以叶盛水源地为例,其目标层富水程度较高、静态水位埋深较浅、水质好、不易受污染。(2)叶盛水源地的供水能力为每天4万立方米,其水质达到GB/T 14848-2017《地下水质量标准》Ⅲ级标准(Fe、Mn略超标范围)。(3)减小叶盛水源地与已知水源区和已开发水源区间的相互影响。(4)叶盛水源地的开采井尽量远离人口密集的村镇和城市中心地带,以便后续确定生态红线和环境保护范围;远离可能产生污染的工厂和农场。

#### 2.1.2 开采方案论证的有关约定

(1)确定容许下降深度和水层深度。根据勘探资料显示:潜

水水位埋深在0.58—4.69米间,平均水位埋深在3.04米间,设计开采深160米,有效含水层厚度为70.8—114.05米,平均厚度为89.58米。东段多层状构造带Ⅱ型含水岩组顶板底面深度为50.3—88.07米,因此,以50.3米为最大容许深度;Ⅱ型含水岩组的静态埋深范围是0.372—3.863米,平均值是2.703米,Ⅲ型含水岩组的静态埋深范围是3.659—4.516米,平均值是4.087米,故选2.703和4.087米作为Ⅱ型和Ⅲ型含水岩自然埋深范围。(2)计算采出率。勘探区含水地层具有较高富水含量,单井涌流平均2500—4000立方米,部分地区可达6000立方米。限制单井开采能力为2500立方米/天,以提高其生产效率。(3)求取年平均水位变化幅度。以勘探过程在丰、枯期对此次施工钻井及长观测井进行的水位统一测量工作为基础,以丰、枯期水位差的平均值为各个含水岩组的水位年变化幅度。单个潜水区年变化幅度为2.776米,多层结构带Ⅱ型含水岩组年变化幅度为2.732米,Ⅲ型含水岩组年变化幅度为3.109米。(4)决定采矿范围。叶盛水源地作为吴忠市后备水厂,目前开发规模为每天4万立方米,可持续开发20年,在未来规划和建设阶段,视实际需要而定。

#### 2.1.3 布井区选择

分析勘察数据可知,勘探区东部地下水水质好于西部,承压水区水质好于潜水区。勘探区内有多个分层构造,本项目选取其东北部为主体布井区,考虑其南侧的单个潜水区。布井区位于曲首渠以东,胜利沟以南,黄河以西,大古铁路以北,其Ⅱ、Ⅲ含水岩层厚,富水性好、水质佳。

#### 2.1.4 初步开采方案

(1)方案一。两区同步开采,布置18口取水井。开采A区位于京拉线东侧、银榕线北侧、永昌沟南侧、滨河大街西侧,作为姐妹井(姐妹井间距30米)同时开采第二、第三含水岩组。共布设12个井眼,井距与排距均为550米,Ⅱ型含水岩组井深170米,Ⅲ型含水岩组井深260米。B区在曲首沟东侧、大古线北侧、银华线南侧、滨河大街西侧,是单独潜水区,共有6口井,深170米。单井产量均为2500立方米/天,开采总量为4万立方米/天。(2)方案二。单区取水,布置18口取水井,在京拉线东侧、银榕线北侧、永昌沟南侧、滨河大街西侧,同时开采Ⅱ、Ⅲ型含水岩组,形成姐妹井(姐妹井间距30米),井距550米,排距550米,Ⅱ型含水岩组井深170米,Ⅲ型含水岩组井深260米。单井产量均为 $2500\text{m}^3/\text{d}$ ,开采总量是 $4\text{万}\text{m}^3/\text{d}$ 。

### 2.2 保护区划分的原则与技术方法

#### 2.2.1 划分原则

(1)合理布局原则。(2)水质和水量兼顾原则。(3)优先保护原则。(4)协调统一原则。(5)保护区范围最小原则。

#### 2.2.2 各级保护区划分技术方法

(1)确定来源地种类。根据叶盛水源地含水层类型、地下水开采状况和开采规模,确定A区为集中式中小型孔隙水承压水型饮用水水源地;B区为集中式中小型孔隙水潜水水型饮用水水源地。(2)确定保护范围。通过经验值法、经验公式法和数值模拟法三种方式进行全面分析,得到一级、二级保护区及准保护区半

径值。(3)基于经验的单井留距方法。按照《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ338-2018)4.5.2.1条,以井口为核心,按照含水层煤质种类,基于经验划定保护范围。此处理方式对于地质情况较简单的中小规模地下水资源具有良好适应性。(4)基于经验方程式的单井留距法。按照《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ338-2018)4.5.2.2条,以水源地水文地质情况为基础,选取合适的水文地质参数,运用经验公式,推算出单井保护范围。

### 2.3 方案一各级保护区划分及初步方案

#### 2.3.1 A区保护区划分方法

叶盛水源地A区属于承压含水层。根据国家有关规定,以上部潜水(I类含水岩群)的一级保护区为水源地的一级保护区。通常不设置二级保护区。

#### 2.3.2 B区保护区划分方法

叶盛水源地B区为单一潜水层。采用不同方法对不同类型保护区进行研究。

#### 2.3.3 综合分析

(1)一级保护区半径。因水源地B区为潜水含水层,其水质可能受到地面活动影响,尽可能取保守数值,因此一级保护区范围是200m。(2)二级保护区半径。根据最小保护区原则,及B区中罗家河与反帝沟均为纳污沟,根据模拟结果B区二级保护区范围取500米。(3)准保护区半径。通过分析勘察结果,发现单一潜水区(水源地B区)补给以农田灌溉和渠系渗漏为主,为使其得到最大限度保护,对保护区半径进行扩大,因此,B区准保护区半径取1000m。承压含水层的补给以竖向越流为主,其次是侧向径流,竖向越流主要来源于上层潜水层,因此,A区准保护区半径也取1000m。

#### 2.3.4 初步方案

按照规范,各井群井距大于一级保护区的2倍时,每个井群可单独划分为一级保护区;当井群中井间距小于等于时,以外围井外接多边形为界限,外部径向距离与第一保护区半径相等的多边形区域就是一级保护区。

### 2.4 方案二各级保护区划分及初步方案

方案二仅在承压含水地层布井,因此,各级保护范围参照方案一A区保护范围。以200米为一级保护区半径,不设二级保护区,准保护区半径为1000m。

#### 2.5 保护区定界方案

(1)地图选择。本研究采用宁夏地区高精度遥感资料和分辨率为1米的高精度遥感影像。符合技术标准。(2)在大型永久性建筑基础上对边界修正。按照HJ338-2018,在初步确定边界后,充分利用永久性明显标志,比如分水线、行政区界线、公路、铁路、桥梁、大型建筑物、水工建筑物等,确定各级保护区地理界线。(3)实地勘察。在上述定界方案基础上,对重要拐点坐标开展现场实际定位检查,采用现场RTK定位、定点勘测等方式,形成各级保护区边界。

#### 2.6 方案比选

##### 2.6.1 保护区的污染源

(1)工业来源;(2)农业来源:①耕地调查;②畜牧业和鱼类调查;(3)生活资料来源:①农村调查;②饮食和服务行业;(4)其它:①公路;②加油、加气站;③诊所。

##### 2.6.2 保护区划分方案比选

表 2.6-1 划分方案对比一览表

	方案一	方案二
设计日供水量	4	4
一级保护区面积	A区:1.55 B区:0.919 合计:2.469	2.283
二级保护区面积	B区:6.87	/
准保护区面积	32.024	8.882
工业源数量	8	2

总体而言,方案二一级保护区规模小且集中,利于保护管理。方案二二级保护区内共拆除8个大型农场,拆除费用多。此外,方案二保护区面积比方案一小,污水企业少,道路少,从环境风险观点看,其对水源地质量威胁最小。因此在这水源地划分中,方案二被确定为最佳选择。

##### 2.6.3 保护区定界方案探讨

吴忠市叶盛水源地是开采规模为4万m<sup>3</sup>/d的孔隙水饮用水源,为中小型(日开采量低于5万立方米)水源地,依据《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ338-2018)规定,结合地形等因素对其进行适当调整。

新水源地坐落在青铜峡市叶盛镇,水资源充足,水质好,污染源少,保护管理方便,且在保护区内,高等级公路少,对水源地威胁小,因此,若按照标准进行水源地规划,加大监督保护力度,能有效防止点源、面源和流动源污染,整体切实可行。

## 3 结语

本文以吴忠市叶盛水源地为研究对象,运用GMS模型进行水量预测并划分保护区。研究表明,GMS模型预测结果与实际情况较为吻合,且具有一定的可行性和实用性。利用GIS技术、流域特征分析、空间自相关分析以及多元线性回归等方法对叶盛水源地水量进行了研究,为叶盛水源地保护区划分及水质保护提供了科学依据。

### [参考文献]

- [1]孙迪,戴立权,王中泽,等.测绘地理信息技术在水源地保护区划定中的应用——以通化市哈泥河饮用水水源地保护区为例[J].测绘与空间地理信息,2021,044(011):185-188.
- [2]鲍新华,于瀚博,计量.基于GMS的长春齐家地下水水源地二级保护区划分[J].吉林大学学报:地球科学版,2022,(003):052.
- [3]赵红梅,赵勇,廖瑞雪,等.暗河管道边界控制下的饮用水源地保护区划分方法研究[J].地质灾害与环境,2021,(2):6.