

# GMS 在姑山铁矿东南区排土场地下水渗流场的应用初探

李超群<sup>1</sup> 朱国荣<sup>1</sup> 高元宝<sup>2</sup>

(1. 南京大学地球科学系 南京市 210093 2. 姑山矿业有限公司 安徽·马鞍山 243000)

**提要** 该文应用 GMS 中的 MODFLOW 的模型概念法模拟地下水分布,介绍了该方法在排土场求解的一般过程。并以姑山铁矿东南区排土场为例模拟地下水渗流,为该排土场稳定性评价和后期研究提供重要依据。

**关键词** GMS 概念模型法 排土场 稳定流

## Preliminary Application of GMS in Simulation of Groundwater Seepage Flowing Field in Dumping Site in Southeast of Gushan Iron Mine

Li Chaoqun<sup>1</sup> Zhu Guorong<sup>1</sup> Gao Yuanbao<sup>2</sup>

(1. Department of earth science, Nanjing University 2. Gushan Iron Mining Ltd. Co.)

**Abstract** the paper used GMS software in simulating distribution of groundwater, explained general process of computation in dumping site. Take a dumping site at southeast part of Gushan iron mine to simulate the seepage of underground water and the important evidences can be provided for stability evaluation and lateron research.

**Keywords** GMS; conceptual model approach; dumping site; steady flow

## 1 引言

在排土场的稳定性评价中,地下水是必须考虑的重要因素。要定量地评价它在排土工程中的作用和影响,首要任务是弄清内排土场形成后地下水的分布。然而,由于人力和物力的限制,在大多数情况下,我们只能得到有限的地下水位观测资料,因此,用数值方法模拟地下水的分布就成为一种较好的替代手段。

美国国防部的地下水模拟软件 GMS (Groundwater Modeling System) 是进行数据模拟的一个很好的图形用户环境。GMS 提供了用于进行位置特性描述、模型概念化、二维和三维有限差分、网格及栅格生成、二维和三维统计先进的图形视算化工具, GMS 支持多种模型,并提供与 FEMWATER、MODFLOW 和 MT3D 等软件的完整接口。GMS 可

作为 MODFLOW 的前处理器和后处理器,即由 GMS 产生的数据输入到 MODFLOW 中处理,在 MODFLOW 中生成的数据再输入到 GMS 中进行处理。本文尝试将 GMS 中的 MODFLOW 模型中的模型概念化方法应用于姑山铁矿东南区内排土场地下水渗流模拟。

## 2 应用 GMS 中 MODFLOW 概念模型方法求解的一般过程

### 2.1 利用 GMS 中的 GIS 工具架构概念模型

建立概念模型,首先导入利用世界坐标表示的研究区数字图像作为背景图,在背景图上应用 GMS 的地图控制模块 Map 提供的 GIS 工具来确定研究区的位置、模型边界、地层相关的参数及其它模拟相关的数据。一个完整的概念模型包括几个覆盖层,一层用于定义河流、井之类的源汇项,一层用于定义补给区域,其他的层则用于定义各地层的渗透系数对应的区域。

概念模型中还可以包括 GIS 数据,如用于定

作者简介:李超群,女,1978年生,硕士研究生,主要从事水文及水资源方面的研究。

收稿日期:2003-11-10

义地层标高的一系列散点数据。GMS 提供插值等特殊的工具,来操作这些地层标高数据。在模型平面离散化的过程中,在有井点或是集中排水及排水的地方可以自定义或是自动生成细分网格。自定义生成细分网格,通过规定剖分网格的最大单元值和基本单元值来完成。自动生成细分网格,则是通过选择需要细分的区域,在预定的剖分单元数目下自动完成。

2.2 排土场渗透系数的确定

一般地,在排土场中计算地下水位分布所涉及的主要参数是排土场各层的渗透系数(水平方向的  $K_h$  及垂直方向的  $K_v$ )和降水入渗补给系数。

渗透系数的测定一般采用室内实验,根据排土场散体块度分布研究结果进行散体试样的制备,使粒级分布尽量模拟不同的现场散体结构。根据渗透实验结果,计算时对不同的排土场部位选用相适应的渗透系数值。

2.3 计算水头分布

对 MODFLOW 数据进行初始化。MODFLOW 默认的模拟状态为稳定流,若是进行非稳定流模拟,则要对基本子程序包和计算单元间渗流子程序包进行定义。接着把应用 GIS 工具建立的概念模型转化为 MODFLOW 数值模型,再对各层标高和初始水头数据进行插值,建立离散化的三维模型,并进行模型检验。MODFLOW 数值模型中采用的有限差分计算方法,一般情况下选择格点中心法。在格点中心法中,含水层在平面上由两组正交的平行线剖为一系列单元,这些平行线构成计算单元的边界。

运行 MODFLOW 数值模型,进行三维稳定流计算,得出水头分布。

3 应用实例

姑山铁矿地处长江中下游平原的芜湖盆地北部,青山河乃本区主要水系,由南向北跨越东部主矿体上盘。河堤系粘性土堤,下覆第四系洪积冲积层。矿山露天采矿,现已成为一直径约 1000m,最低高程为 -88m 的矿坑,其年生产能力为 100 万吨。采场东南区实施内排,意味着事实上的局部闭坑。东南区内排土场包括该区 -82 ~ 10m (分为十二个台阶)的露天采坑。最高堆置标高 44m,台阶高度与强采区各分层实际形成的台阶高度及地表东南排土场各分层实际堆高一致,分别为 10 ~ 12m。排土场总容积  $198.6 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,内

排土场最高标高堆至 10m。

3.1 模型的边界大小、平面离散及水文地质边界条件

计算模型的大小在平面上必须覆盖整个排土场区域,垂向上取到基岩的一定深度。东部边界的防渗墙部分,视为隔水边界,东南边界受青山河水的影响,为定水头边界,排土场坡脚可作为下游排泄点,为定水头边界,其余都为变水头边界。集中排水的地方作为出水点处理。模型的水文地质条件见图 1。

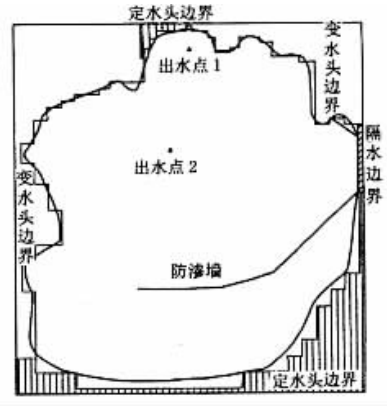


图 1 模型的水文地质条件

平面离散,在集中排水的两个出水点的地方进行细分,选择自定义剖分的方式,本模型以  $5\text{m} \times 5\text{m}$  为基本单元大小,最大单元不超过  $20\text{m} \times 20\text{m}$ ,剖分为 1677 个网格,其中有效单元格为 1252 个(参与计算的为有效单元)。见图 2。

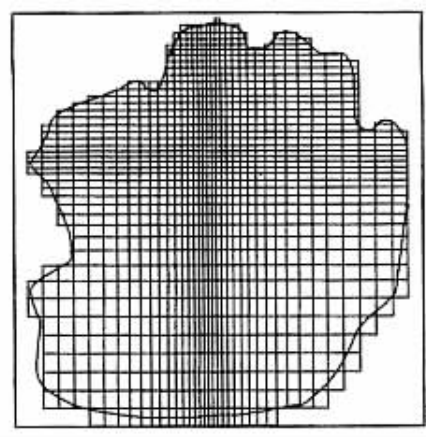


图 2 模型有效的平面网格剖分

3.2 排土场渗流场计算的参数取值

研究分析的材料涉及排土场散体和地基岩层,根据现场情况,将排土场散体物料各层分别近似为

等效均质介质。排土场散体物料渗透试验结果见表 1。

表 1 排土场散体物料的渗透系数

土料	粒径级配( % )					渗透系数 ( $m \cdot d^{-1}$ )
	< 5	5 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 40	40 ~ 60	
细料	51	30	7	5	7	2.1
中料	29	12	14	27	18	25.4
粗料	0	3	16	38	43	458.4

注 粒径单位为 mm

计算时根据不同的排土场部位选取相近的渗透系数值。

3.3 MODFLOW 模型计算的地下水位分布及模拟结果

由于计算的模型是三维的 ,垂向上按照排土场的渗透性的差异 ,可分为 3 层 ,须事先确定每一层的顶面高程和底面高程 ,可结合剖面图和平面图读取成 GMS 所规定格式的文件 ,导入模型并利用 GMS 所提供的插值工具插值得到三维模型。垂向上离散时 ,按模拟区域的高度默认等分割为 3 层。

初始水头的确定是利用钻孔中地下水位的数据 ,通过模型插值得到的。利用 GMS 提供的便捷工具对插值后的数据进行校正。运行模型 ,并进行自动检验。

模型模拟的地下水位分布见图 3。

通过比较模拟区域的地下水位与地形 ,发现在远离防渗墙的地方 ,它们之间具有较大相似性 ,随地形的起伏而相应的变化 ,但地下水位变化的幅度小于地形 ,这符合自然界中地下水的分布规律 ,但在防渗墙附近 ,地下水位发生较大的变化 ,在其外侧 ,地下水等水头线较密集 ,在其内侧 ,地下水等水头线较稀 ,这是防渗墙在起作用。这些都从侧面说明模拟的结果是符合实际情况的 ,模

拟结果可作为排土场稳定性评价和后期研究的重要依据。

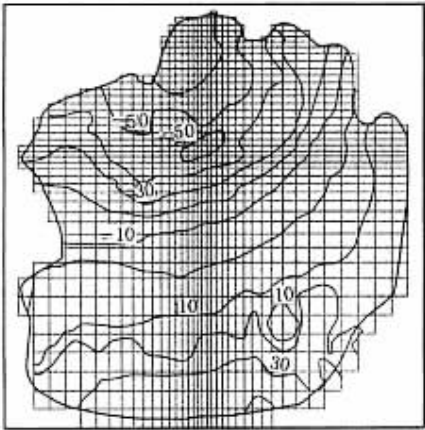


图 3 模型模拟的地下水位分布

4 结 论

由于 GMS 的丰富内涵和灵活的模块式结构 ,既真实反映客观规律 ,又合理简化计算工作 ,过程简单 ,可视性好 ,具有很强的实用性。特别是利用 GMS 中 MODFLOW 的模型概念化方法 ,比传统的利用 MODFLOW 的网格方法更为简便。通过在姑山铁矿东南区排土场地下水渗流场的成功应用 ,GMS 可以较好地模拟排土场地下水位分布 ,为排土场稳定性研究提供了依据。由于工程实际所用的手段和地下水试验方面的资料不够完备 ,本文只能作一些简化处理。这方面的不足只有在今后的应用中进一步补充。

参考文献

1 丁继红 ,周德亮 ,马生忠 . 国外地下水模拟软件的发展现状与趋势 . 勘察科学技术 2002 ( 1 ) 37 ~ 42  
2 周玉新 . 排土场渗流及其有限元分析 . 金属矿山 , 1996 ( 1 ) :12 ~ 15