

基于MODFLOW数值模拟对某拟建项目抗浮设防水位的研究

代 维 高振兴 吴雨瑶 齐星圆

中兵勘察设计研究院有限公司 北京 100053

摘 要: 本次研究立足拟建项目区域的地质、水文地质条件, 分析地下水赋存、运移特征。通过收集整理项目区多年地下水开采量资料、降水资料和气象资料等大量历年实测数据, 叠加分析百年一遇降水量, 地下水停采、南水北调工程、官厅水库放水补给等水资源调配工程对拟建项目所在区域地下水位抬升等多种最不利影响因素。利用GMS的MODFLOW构建地下水流模型进行数值模拟分析, 预测拟建场地抗浮设防水位标高为28.8m。

关键词: MODFLOW; 抗浮设防; 地下水

Research on the Anti floating and Anti floating Water Level of a Proposed Project Based on MODFLOW Numerical Simulation

Dai Wei, Gao Zhenxing, Wu Yuyao, Qi Xingyuan

China Military Survey, Design and Research Institute Co., LTD. Beijing 100053

Abstract: This study is based on the geological and hydrogeological conditions of the proposed project area and analyzes the characteristics of groundwater storage and migration. Through collecting and sorting out a large number of years' measured data such as groundwater exploitation data, precipitation data and meteorological data, Analyzed the precipitation once in a century is analyzed by superposition, Water resources allocation projects, such as stoppage of groundwater production, South-to-North Water Transfer Project, and water supply from GuanTing Reservoir, have the most adverse effects on the rise of groundwater table in the proposed project area. The groundwater flow model was constructed by GMS and analyzed numerically. The anti-floating water level of the proposed site was predicted to be 28.8m.

Keywords: GMS; The anti-floating water level; Groundwater

引言

本次研究通过收集拟建工程场地及其附近区域的工程地质资料、气象资料、水文地质资料、地下水位长期观测等资料^[1]。研究项目区水文地质特征, 重点研究含水层的分布特征^[2], 影响项目区地下水位变化的各种因素及其影响程度。在此基础上考虑最不利情况, 提出本工程的预测最高水位, 分析建筑结构 with 含水层、最高水位组合关系, 利用GMS的

MODFLOW构建地下水流模型进行数值模拟分析进而确定抗浮设防水位^[3-4]。

1 项目区概况

拟建项目位于北京市朝阳区王四营乡, 拟建项目包括L-09、L-10、L-12、L-13和L-14等五个地块, 共有33栋建筑及4座地下车库, 主要拟建建筑物的分布如图1所示, 表1为主要拟建建(构)筑物设计条件概况。

表1 主要拟建建(构)筑物设计条件概况

地块	建筑物名称	最高高度(m)	层数地上/地下	±0.00	基础形式	基础埋深(m)
L-09	11#楼	36.45	12F/3F	32.80	筏形基础	12.30
	12#楼	39.35	13F/3F	32.50	筏形基础	12.00
	13#楼	60.00	20F/3F	32.50	筏形基础	12.00
	14#楼	36.45	12F/3F	33.00	筏形基础	12.50
	15#楼	36.45	12F/3F	32.60	筏形基础	12.10
	4-1#配套	4.65	1F/3F	32.20	筏形基础	11.70
	3#楼	20.85	5F/3F	32.10	筏形基础	11.60

续表:

地块	建筑物名称	最高高度(m)	层数地上/地下	±0.00	基础形式	基础埋深(m)
	L-09地库	-	0F/2F	32.05	筏形基础	12.00
L-10	16#楼	60.00	20F/3F	32.30	筏形基础	12.30
	17#楼	39.35	13F/3F	32.30	筏形基础	12.30
	18#楼	36.45	12F/3F	32.00	筏形基础	12.00
	19#楼	36.45	12F/3F	32.30	筏形基础	12.30
	20#楼	36.45	12F/3F	32.00	筏形基础	12.00
	5#配套	4.65	1F/3F	32.00	筏形基础	12.00
	4#楼	20.85	6F/3F	32.00	筏形基础	12.00
	L-10地库	-	0F/2F	32.00	筏形基础	12.00
L-12	21#楼	36.40	12F/3F	32.40	筏形基础	12.00
	22#楼	60.00	20F/3F	32.40	筏形基础	12.00
	23#楼	36.40	12F/3F	32.40	筏形基础	12.00
	24#楼	42.25	14F/3F	32.40	筏形基础	12.00
	L-12地库	-	0F/2F	31.95	筏形基础	12.00
L-13	9#配套	9.00	2F/3F	32.30	筏形基础	5.10
	25#楼	60.00	20F/3F	32.30	筏形基础	12.00
	26#楼	36.40	12F/3F	32.30	筏形基础	12.00
	27#楼	36.40	12F/3F	32.30	筏形基础	12.00
	28#楼	42.25	14F/3F	32.30	筏形基础	12.00
	29#楼	36.40	12F/3F	32.30	筏形基础	12.00
	L-13地库	-	0F/2F	31.85	筏形基础	12.00
L-14	幼儿园	13.50	3F		筏形基础	

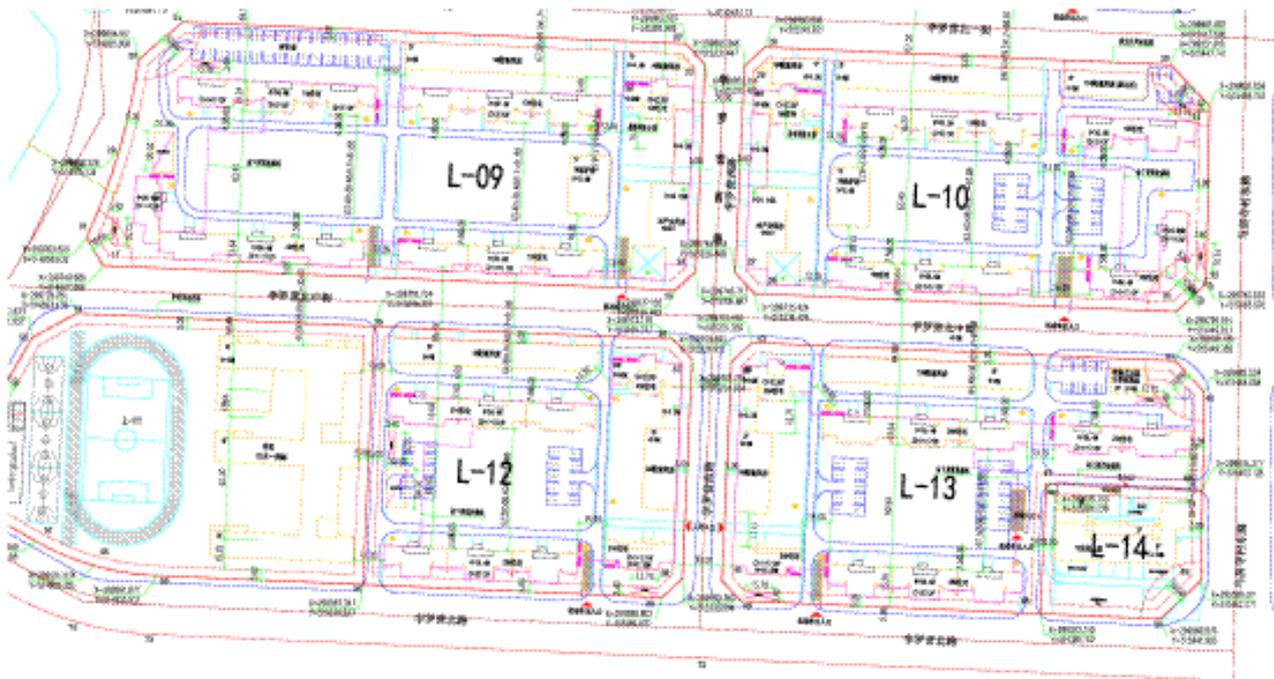


图1 主要拟建建(构)筑物分布示意图

2 区域水文地质条件

2.1 历史最高水位及近3~5年最高地下水位

根据区域已有研究成果, 拟建场地历史最高地下水位接近自然地表, 该地区水位年升降幅度为1~3 m。近3~5年项目区最高地下水位标高为22m左右。

2.2 地下水补给、径流、排泄条件

项目区潜水天然动态类型属渗入—径流型, 主要接受大气降水入渗及地下水侧向径流补给, 以地下水侧向径流及人工开采为主要排泄方式。项目区承压水的天然动态类型属径流型, 主要接受地下水侧向径流补给, 以地下水侧向径流及人工开采为主要排泄方式。

3 影响拟建场地设防水位的因素分析

3.1 控制施工降水相关措施对拟建项目区地下水的影响

2008年以来, 北京市水务局通过对施工降水的控制, 市区各层地下水水位均有所回升, 升幅在1.0~4.0m左右。

3.2 地下水开采量的减小对拟建项目区地下水的影响

北京市区人工开采量占排泄量的99.3%, 根据《北京市水质管理规划研究》成果, 北京市地下水开采量将控制在23亿m³/yr, 项目区地下水水位下降趋势有所减缓, 甚至回升。

3.3 官厅水库放水对拟建项目区地下水的影响

官厅水库放水对地下水的影响程度与距永定河的距离有关, 距离永定河愈近, 地下水水位升幅愈大。本项目距离永定河直线距离约27km, 结合观测井数据, 地下水水位变化造成一定影响。

3.4 南水北调工程建设对拟建项目区地下水的影响

受益于南水北调工程, 2018年3月底, 全市平原区地下水埋深平均为25.05m, 较上年同期地下水水位回升0.41m。南水进京, 减少了地下水开采, 未来北京地下水水位会有持续回升。

4 地下水流数值模拟

4.1 水文地质概念模型

(1) 含水层概化: 第一层为潜水, 第二层为承压水。潜水位标高于承压水位标高, 且结构底板位于潜水含水层中。因此, 将潜水作为本次抗浮设防水位研究的主要对象。

(2) 边界条件概化: 本次研究将采用人工边界的方式, 设定模型范围。模型范围东至东五环, 西至铁路, 北至京哈高速, 南至地铁7号线, 模拟区域面积共9.1km²。

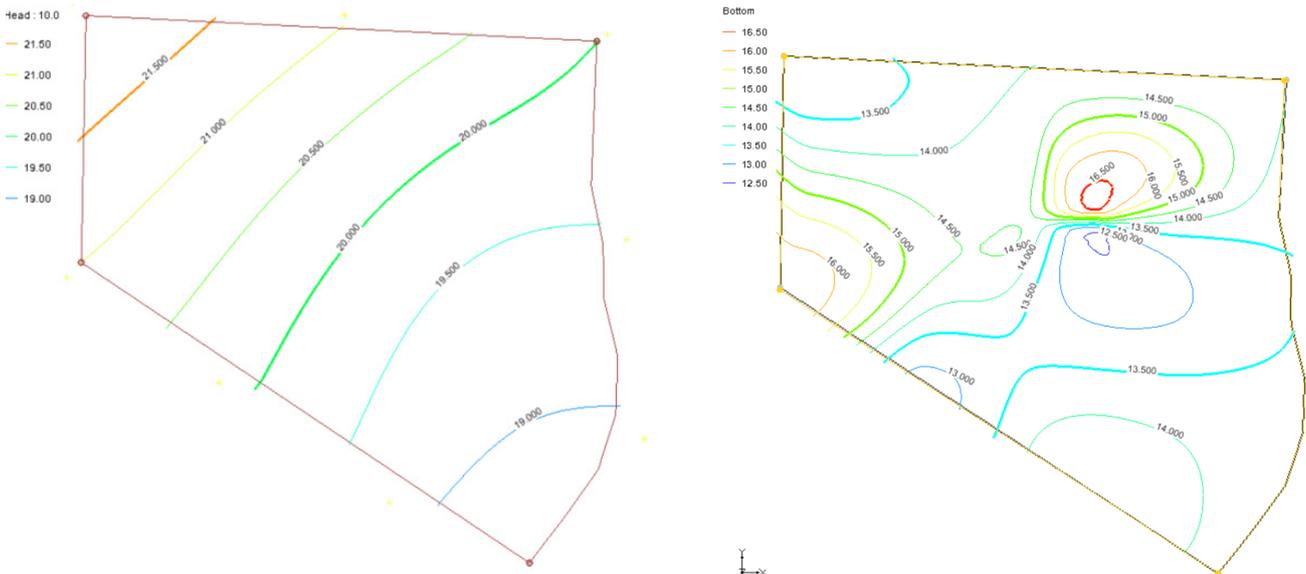


图2 初始流场、边界条件概化及含水层底板标高等值线图

4.2 地下水流数学模型

将研究区地下水流系统概化为均质各向同性非稳定流地

下水流系统, 数学模型表达如下:

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial H}{\partial z} \right) + w = \mu_s \frac{\partial H}{\partial t} & (x, y, z) \in \Omega, t > 0 \\ H(x, y, z, t)|_{t=0} = H_0(x, y, z) & (x, y, z) \in \Omega \\ k \frac{\partial H}{\partial n} \Big|_{S_2} = q(x, y, z) & (x, y, z) \in S_1, t > 0 \\ K \frac{\partial H}{\partial n} \Big|_{S_1} = C(H_n - H) & (x, y, z) \in S_2, t > 0 \end{cases}$$

其中:

Ω 为地下水渗流区域;

H 为地下水水头 (m) ;
 S_1 为模型的流量边界 ;
 q 为流量边界单位面积流量函数 (m) ;
 K_{xx}, K_{yy} 分别表示"x,y"主方向的渗透系数 (m/d) ;
 W 为源汇项 (m³/d) ;
 μS 为给水度 (无量纲) ;

$H_0(x,y)$ 为初始地下水水头函数 (m) ;
 C 为水力传导系数 (m/d) ;
 n 为边界 S_1 上的外法线方向。

4.3 地下水数值模拟模型

本次模拟计算采用的是GMS软件中的MODFLOW模块。

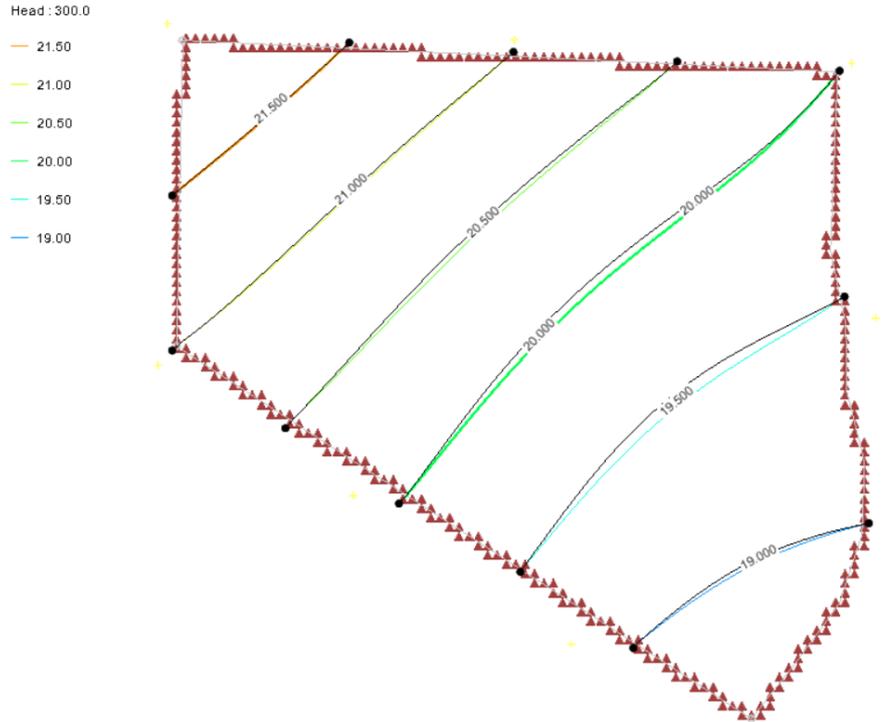


图3 模型流场拟合图

4.4 最高水位预测

人类活动会对研究区地下水产生升高效应的主要为停止开采地下水以及官厅水库放水导致地下水位上升。自然环境对研究区地下水产生升高效应的主要为降水和南水北调水回灌地下时造成研究区侧向补给的增加。本次设计百年一遇 (P=1%) 的降水对拟建建筑物产生最不利的影响。

预测期为10年,选择1959年作为典型年,边界条件保持现状不变,预测采用非稳定流模型,预测期为共计3623天,拟建场地地下水位动态变化预测结果详见图4。

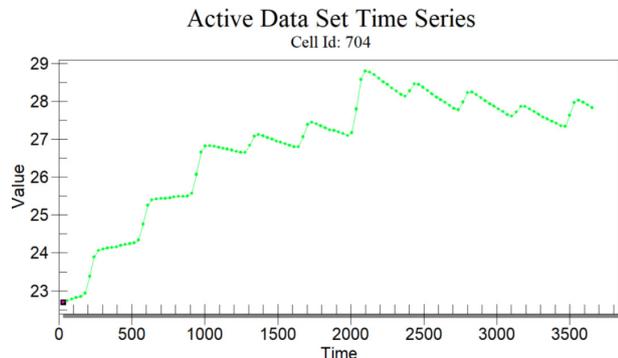


图4 拟建项目区地下水位动态变化预测曲线

图4中横坐标为时间 (天),纵坐标为水位标高计算值 (米)。在百年一遇降雨量情况下拟建场地附近地下水位大幅抬升,水位上升至28.75m左右,考虑模型存在误差。因此,预测最高水位按28.8m考虑。

5 结论

本次研究,立足拟建项目所在区域的水文地质条件,地下水赋存、运移特征,通过叠加多种最不利因素综合分析,利用GMS地下水流模型进行数值模拟分析预测,预测拟建项目潜水最高水位标高为28.8 m。即抗浮设防水位标高取值28.8m。

参考文献

- [1]张旷成, 邱建金.关于抗浮设防水位及浮力计算问题的分析讨论[J].岩土工程技术, 2007, 21(1):15-20
- [2]黄志仑, 马金普, 李丛蔚.关于多层地下水情况的抗浮水位[J].岩土工程技术, 2005, 19(4):182-183