

文章编号: 1004—5589 (2007) 03—0330—03

哈尔滨大顶子山航电枢纽工程 蓄水后引起的浸没地质灾害研究

李欣¹, 于新²

1. 吉林大学 建设工程学院, 长春 130026; 2. 黑龙江省水利水电勘测设计研究院, 哈尔滨 150080

摘要: 哈尔滨市松北区大顶子山航电枢纽工程蓄水后, 哈尔滨段的江水水位将常年保持在 116 m, 比枯水期水位高出 6 m 多。届时势必引起松北区地下水水位的壅高, 导致发生区内浸没问题。利用 GMS (地下水流模拟系统) 软件中 SOLID 模块, 采用钻孔间插值法建立松北区含水系统三维立体模型, 进行地下水壅高计算, 给出地下水临界深度, 确定研究区内浸没范围; 进行浸没评价, 提出浸没危害治理工程措施。

关键词: 航电枢纽工程; 地质灾害; 蓄水浸没; 哈尔滨

中图分类号: TV61; X45 **文献标识码:** A

Study on submerged geologic hazard of navigation power key project by sluice in Dadingzishan of Harbin

LI Xin¹, YU Xin²

1. College of Construction Engineering, Jilin University, Changchun 130026, China;

2. Research Institute of Investigation & Design of Water Conservancy & Hydropower of Heilongjiang Province, Harbin 150080, China

Abstract: The water level for Harbin reach will be kept on 116 m after Dadingzishan navigation power reservoir in Songbei district of Harbin begins to store water, which will be 6 m higher than that in dry season in the past. That time the result must cause the back-up groundwater level rising in Songbei district and immersion problem. By using SOLID module of GMS software and interpolating method between the drills, the three dimensional model containing water system in Songbei district was established. The author calculated the back-up water level, found the critical depth, determined the immersion scope, conducted immersion assessment and put forward the control measures for the immersion hazard.

Key words: navigation power key project; geologic hazard; retain water immersion; Harbin

0 引言

随着社会经济迅速发展, 水资源需求不断增长, 供需矛盾日益突出。进入 20 世纪中叶以来, 伴随着经济技术的发展, 全球生态环境不断演变, 水安全问题已越来越突出。大型水利工程设施的修建带来的环境工程地质问题, 特别是平原区水库的浸没问题也随之产生, 因此浸没区的划分及影响评价的研究也成为一个个重大的课题。

国外在水库浸没影响研究方面, 较中国起步

早。在现场的方法上与国内设太区别, 但长期观测与监测手段较国内先进。把动态规划与模拟技术结合起来, 采用数学模拟方法研究水库浸没影响, 确定地表水与地下水联合系统的浸没问题。

本文全面系统地评价水库蓄水后, 随着地下水位的升高所引起的浸没问题, 确定研究区内浸没范围; 进行浸没评价, 提出合理的浸没危害治理工程措施。因此模拟预测浸没的时空变化范围, 对于中国其他类似地区的浸没影响评价工作具有一定的参考价值。

收稿日期: 2007-04-02; 改回日期: 2007-06-29

1 工程概况

大顶子山航电枢纽工程预计2007年春天下闸蓄水,届时松花江哈尔滨段的江水位将常年保持在116 m,比枯水期水位高出6 m多。由于江水和两岸地下水有直接的水利联系,江水位升高后,势必引起松北区地下水水位的壅高。而松北区中环路以南地区大部分地面高程在116~117 m之间,随着地下水位的升高就有可能发生区内浸没问题^[1]。

1.1 地貌和地层概况

研究区位于哈尔滨市松北区,松花江哈尔滨段北岸,面积736.3 km²。该区属松花江漫滩区,地势低平,地表沼泽洼地、牛轭湖发育。地形总趋势为北高南低,地面高程为115~118 m,局部砂垄、沙丘可达120 m。地貌成因类型为堆积,形态类型可划分为松花江高、低漫滩。高漫滩分布在北部边界处呈条带状分布,面积较小,地面高程为117~118 m,地形平坦,主要由全新统堆积粉质黏土、粉细砂、中、粗砂构成;低漫滩沿松花江分布,地形平坦低洼,地表标高一般115~117 m。主要组成物为全新统堆积黏性土及砂性土^[2]。

1.2 地下水赋存条件

研究区地下水类型为松散岩类孔隙潜水,赋存于下更新统徐洲组砂、砾砂及全新统中粗砂、中细砂构成的含水层中。该含水层具有颗粒粗、容量大、顶部开放、底部封闭的特点。含水层厚度20~40 m,渗透系数为15~56 m/d。在区内西部、北部因基底隆起淤泥层增厚造成砾砂层累积厚度变薄为20~25 m,在斗沟子、前进一带,由于含水层中细粒组份增高致使含水层渗透系数变为20~30 m/d。在低漫滩区上部为2~5 m厚的细砂层,过渡到高漫滩区后,变为2~3 m厚的粉质黏土。全区底部均以致密的白垩系泥岩为隔水层^[3,4]。

2 浸没引起的地质灾害的特征及评价方法

浸没是水库蓄水使水库周边地带的地下水壅高,引起土地盐碱化、沼泽化等次生灾害的现象。地下水壅高可使毛管水抬升,当其上升高度达到建筑物地基或农作物和树木的根系,且持续时间较长时,将产生浸没问题。浸没可使农田作物减产,工矿企业和民用建筑物地基条件恶化而损坏,矿井涌水量增加,铁路、公路发生翻浆、冻胀,有时还影响水库正常蓄水位或坝址的选择。

浸没发生的首要条件是岩土的性质,在透水的

岩石和第四纪松散堆积物中才会发生浸没,而不透水的岩(土)体就没有这个问题。其次,是地形和水文地质条件,如库区周围的高地不易受到浸没;而地形比较平坦的地段特别是洼地等,浸没可能较严重。一般情况下,浸没往往易发生在库区周围下列地段:①地下水埋藏较浅的地段;②地表水和地下水排泄不畅,补给量大于排泄量地段;③受库水渗漏影响的邻谷或洼地;④平原型水库的下游低洼地;⑤原来就是沼泽的边缘,两个阶地的交界处,阶地与洪积扇相接的阶地后缘等;⑥位于库区周围的地下建筑物,其高程接近或低于正常高水位。

中国在水库浸没影响评价方面主要采用常规方法:首先进行工程地质测绘,测绘范围包括可能浸没区所在阶地的后缘。然后实测垂直库岸或平行地下水流向布置的勘探剖面线。剖面线上钻孔深度应进入相对隔水层。预测浸没区所在的地貌单元不应少于两个控制钻孔,第一个控制孔应靠近水库设计正常蓄水位的边线布置。勘探剖面线之间可采用物探方法了解地下水,相对隔水层或基岩的变化情况。水库蓄水后地下水壅高值可根据设计正常蓄水位采用地下水水力学方法计算;库尾地段应加水位超高值。通过野外和室内试验测定土的渗透系数、饱和度、毛管水上升高度、土壤含盐量和地下水化学成分等。对钻孔地下水进行长期观测。根据取得数据进行地下水壅高计算。除此之外,还可用相似条件库区已有数据来类比确定^[1,4]。

3 数值模型的求解

本次地下水流的数值模拟采用Visual-MODFLOW软件对所建立的模型求解。Visual-MODFLOW是一套专门用于孔隙介质中地下水三维有限差分数值模拟软件。包括:程序设计结构的模块化,由相似功能的子程序组合成子程序包,用户可以按实际情况选择,也可添加新的子程序包;离散方法的简单化,在空间离散上,对含水层采用等距或不等距正交的长方体剖分网格,在时间上,引进了应力期概念;及求解方法的多样化,采用直接求解方法和迭代求解方法。Visual-MODFLOW界面设计的主要目的就是增强模型数值模拟能力^[5],简化三维建模的复杂性。界面设计包括三大彼此联系但又相当独立的模块,即输入(前处理)模块、运行(处理)模块和输出(后处理)模块。

利用水位动态观测井的水位实测值与模型的计算值进行比较,调整模型的水文地质参数,直至拟合效果较好为止。识别后的参数见表1。

表1 识别后参数值表

Table 1 Parameter value after identification

层号	渗透系数 /m·d ⁻¹	给水度 μ
1. 第四系全新统砾砂层、砂层	27	0.18
2. 第四系下更新统淤泥质粉质黏土	0.003	0.002
3. 第四系下更新统砾砂	77	0.25
4. 第四系下更新统淤泥质粉质黏土	0.003	0.002
5. 第四系下更新统砾砂	77	0.25

拟合效果见图1,从拟合的结果看,计算结果拟合程度比较好,55.6%的观测孔计算水位与观测水位误差 <0.1 m,80%以上的观测孔的观测水头与计算水头误差在0.33 m以内。说明该模型中的各参数能较好的反映研究区内的水文地质条件,故该模型可用来进行哈尔滨市松北区地下水位的预报。

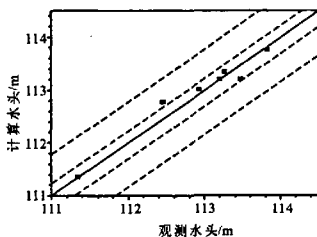


图1 计算与观测拟合效果图

Fig.1 Effect drawing of matching figure and observation

4 地下水流数值模型的验证

在可能浸没区,会产生的影响为:①表土层过湿呈现沼泽化,或者由于强烈的蒸发浓缩作用,使盐分在上部岩层中积聚形成盐渍土。这样不仅改变了岩土原来的物理力学性质,而且亦影响了地下水的化学成分,使之矿化度增高,增强了岩土及地下水对建筑材料的腐蚀性。②地下水位以上部分土体含水量增加,水下部分岩土被水解、软化。岩土体中的可溶岩类被溶解,岩土结构遭到破坏,导致岩土体产生不均匀沉降,承载能力降低,引起其上建筑物的倾斜、开裂,地面或地下管道拉断等现象。③由于地下水位的升高,在水浮力的作用下,可能会使基础上浮,使建筑物失稳。④本区处于季节性冻土区,最大冻深为1.95 m。由于浸没的影响,使得地基土中含水量增加,在冻结作用下,岩土中的水分往往迁移并集中分布,形成冰夹层或冰锥等,使地基土产生冻胀,地面隆起和桩台隆胀等。冻结状态的岩土体具有较高的强度和较低的压缩

性,但其解冻后,其抗压和抗剪强度大大降低,可使地基失稳。

5 浸没危害治理措施

(1)结合松北前进区一期工程及前进江湾二期基础设施可行性研究设计,抬高原始地面。根据现状条件下地下水流系统的预报结果,按浸没标准预测,当将原始地面抬高至117.5 m高程时,全区几乎都将变为浸没影响过渡区。而在地下水流场的汇流区内(115.5 m等水位线内)仅需垫高至117.0~117.5 m。对于道路基础,在其底部垫砂,隔绝地下水的毛细上升。

(2)对于高层建筑建议采用桩基础形式,地下建筑需做防水处理。

(3)在低洼地带可以结合地表水体及城市排水系统,开挖整治江河沟汉,使其即具排水、降低地下水水位功能,同时也可以起到美化城市的景观作用。

参考文献:

- [1] 郭见扬, 谭周地. 中小型水利水电工程地质 [M]. 第二版. 北京: 水利电力出版社, 1995: 110-120.
GUO Jian-yang, TAN Zhou-di. Media or minitype water conservancy hydroelectric engineering geology [M]. 2nd Edition. Beijing: Water Conservancy and Electric Power Press, 1995: 110-120.
- [2] 钱学博. 作图法求解库岸地下水壅高值 [J]. 水文地质工程地质, 2005, 32 (1): 85-88.
QIAN Xue-bo. Calculation of the banked-up water levels of groundwater in a river bank using a graph method [J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2005, 32 (1): 85-88.
- [3] 杨青春, 卢文喜, 马红云. Visual Modflow 在吉林省西部地下水数值模拟中的应用 [J]. 水文地质工程地质, 2005, 32 (3): 67-69.
YANG Qing-chun, LU Wen-xi, MA Hong-yun. Application of Visual Modflow in groundwater modeling in western Jilin Province [J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2005, 32 (3): 67-69.
- [4] 迟宝明, 王志刚, 林岚, 等. 松辽流域水资源现状与地下水开发利用分析 [J]. 水文地质工程地质, 2005, 32 (3): 70-73.
CHI Bao-ming, WANG Zhi-gang, LIN Lan, et al. Water resources state and groundwater exploitation in Songliao Basin [J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2005, 32 (3): 70-73.
- [5] 贾金生, 田冰, 刘昌明. Visual MODFLOW 在地下水模拟中的应用—以河北省菜城县为例 [J]. 河北农业大学学报, 2003, 26 (2): 71-78.
JIA Jin-sheng, TIAN Bing, LIU Chang-ming. Visual MODFLOW and its application on groundwater simulation: a case study on Luancheng County of Hebei Province [J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 2003, 26 (2): 71-78.