

平朔东露天煤矿工业场地地下水位变化影响因素分析

林杜军, 宫守才, 张银洲

(中煤西安设计工程有限责任公司, 西安 710054)

[摘要] 在地下水三维流数值模型研究的基础上,采用参数灵敏度分析的方法,对东露天煤矿工业场地地下水位变化影响因素进行定量分析。结果表明,场地内强风化砂泥岩的渗透性能、填土区大气降水补给能力、盲沟排水能力对工业场地因填土引起的地下水位变化有显著影响。针对这些主要影响因素,进行工业场地各地层渗透系数研究,为完善地面排水系统,控制盲沟质量等提供有力依据,控制工业场地的地下水位上升。

[关键词] 数值模型;地下水位变化;影响因素;灵敏度分析

[中图分类号] TD22 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2012)02-0049-05

1 前言

近年来,随着我国煤炭资源的不断开采,辅助的地面建设工程也随之增多。在山区地带满足建设工程需求的场地很少,就必然会采取挖填方来实现建设工程的需要,从而导致建设场地的大面积、大厚度填方或挖方,这就会改变地下水的排泄条件,如地下水位的排泄基准面抬高或降低,地下水位的径流条件改变,排泄系统改变等,造成场地地下水位变化,尤其是对回填土层,地下水位的上升必然会引起回填土层的力学性质指标下降,引发建设工程场地环境岩土工程问题,导致场地失效等危害^[1,2]。为了建设场地的安全稳定,进行建设场地大厚度大面积填方引起的地下水位变化影响因素分析研究非常必要。文章以平朔东露天煤矿工业场地为例,探讨因场地大面积、大厚度回填引起地下水位变化的影响因素,为设计场地地面排水系统、控制盲沟质量等提供有力依据。

2 建设工程概况

平朔东露天煤矿位于山西省朔州市平鲁区,是平朔矿区三大露天矿之一,设计生产能力 20.00 Mt/a,服务年限 75 a。平朔东露天煤矿工业场地包括选煤

厂及矿井工业场地,场地北侧为排土场,西侧为露天坑,东侧为麻地沟。根据地质环境条件,需要挖填平场,最大回填厚度达 59.00 m,由此必然会引起地下水位变化,可能导致场地失稳,威胁工业场地建设工程的安全。

平朔东露天煤矿工业场地地处黄土低山丘陵地貌。场地所在区域冲沟发育,山体破碎,冲蚀严重。场地地层有第四系全新统人工填土(Q_4^{ml})、第四系全新统冲洪积砂砾卵石层(Q_4^{al+pl})、上更新统风积黄土(Q_3^{col})、中更新统风积黄土(Q_2^{col})、下更新统坡残积粉质粘土(Q_1^{el+pl})、二叠系下统下石盒子组(P_1s)的强、中风化砂、泥岩互层。

3 敏感度分析方法

根据野外调查,结合地区经验,在能反映大面积填土引起工业场地地下水位变化特征的地下水三维流数值模型基础上^[3],采用参数敏感度分析方法来确定地下水位变化与各影响因素之间的关系。灵敏度分析的目的就是寻找出改变某一参数的单位值,目标函数的增量。可分以下几步^[4]: a. X_i 改变,其余值不变,取常量,约束 X_i 在一定范围内变化,求目标函数的响应值; b. 通过 X_i 单位值的变化,求解目标函数梯度变化值,记为 $\Delta \delta_i$; c. 重复上述步骤,直

[收稿日期] 2011-09-16

[作者简介] 林杜军(1959—),男,四川南江县人,教授级高级工程师,从事岩土工程、地质工程方面的工作;E-mail: ldj1002@yahoo.cn

到所有设计变量求解完成;d. 比较得到的所有变量的 Δi ,从中找出最大值,确定灵敏度最大参数。

通过分析,对地下水位变化起控制作用的影响因素有:场地各土层(如人工填土)的渗透性能、场地降水入渗能力、盲沟排水能力、露天坑开挖及排土场堆土标高等。

4 对地下水位变化影响因素分析

4.1 各土层渗透性能的影响

根据场地地层特性分析,与渗流场有关的地层有人工填土(Q_4^{ml})、黄土(Q_3^{col})、红粘土(Q_2^{col})、残积砂岩碎块与粘性土混合堆积物(Q_1^{cl+pl})、砂泥岩(P_1s)^[3]。在模型建立中,将整体地层视为非均质各向同性介质,而同一地层视为均质各向同性介质^[5]。

在模型计算中各土层所选用的参数基本代表了研究场地各地层的渗透性能。但根据试验获得的各地层参数不是一个常数,而是在某个区间内分布,一个地层仅采用一个参数刻画其渗透性,计算结果可能存在一定的偏差,为确定各土层渗透性变化对地下水位计算结果的影响,在所选用参数的基础上,针对各土层参数进行参数灵敏度分析,得到灵敏度分析结果,来确定各土层参数对水位上升的影响程度。

具体操作:选择一个地层的渗透系数在其变化范围内进行改变,而固定其他地层的渗透系数,用以计算该地层不同渗透系数条件下的水位分布。选取流场典型点,其中 Obs1 位于原麻地沟沟谷中,Obs2 位于槽仓内,Obs3 位于工业场地西南角,Obs4 位于工业场地东北角。根据典型点水位随该地层渗透系数变化而变化的特征,确定该地层渗透系数对水位变化程度的影响;然后针对每一地层均重复上述步骤,即可确定各土层渗透系数对水位变化程度的影响。各土层渗透系数随水头变化的关系曲线见图 1。

从图 1 中可以看出,对东露天煤矿工业场地回填后的稳定流场影响最大的土层为强风化砂泥岩(图 1(e))。当强风化砂泥岩的渗透系数取低值(0.1 m/d),工业场地内稳定地下水位相对取 0.5 m/d 时,呈显著上升;当强风化砂泥岩的渗透系数取高值(0.9 m/d),工业场地内稳定地下水位相对取 0.5 m/d 时,略有下降。这表明强风化砂泥岩土层为工业场地回填后区内地下水提供了排泄通道。当该通道渗透性能较差时,排泄不畅,地下水位就显著上升,当该通道渗透性能较强时,排泄通畅,地下水位就显著下降。当强风化砂泥岩的渗透系数

大于 0.9 m/d 时,地下水位下降幅度显著减小。

4.2 场地大气降水入渗能力的影响

场地大气降水入渗能力也是地下水位变化的主要影响因素,大气降水入渗能力随水头变化的关系曲线见图 2,从图 2 中可以看出,大气降水入渗补给系数对工业场地回填后稳定流场也有显著的影响,说明随着非填土区、填土区的入渗补给系数增大,地下水获得的补给量增多,地下水位上升,反之下降。由图 2 还可知,填土区的大气降水入渗能力明显强于非填土区,说明大面积填土对东露天煤矿工业场地的地下水位变化影响明显。

4.3 盲沟排水能力的影响

结合野外调查和盲沟施工设计,可知盲沟尺寸和充填物情况等对盲沟的排水效果有较大的影响,进而对工业场地回填后模拟区地下水渗流场有较大的影响。为此,有必要对不同尺寸、不同充填物盲沟对渗流场的影响做进一步的计算分析。模型中综合考虑了盲沟尺寸、充填物透水性以及模型单元格大小的等效渗透系数来刻画盲沟的排水能力,为此可通过改变模型中与盲沟相对应单元的等效渗透系数,来刻画不同尺寸、不同充填物的盲沟。盲沟所在单元等效渗透系数增加代表盲沟尺寸增加或充填物透水性增强,等效渗透系数减小代表盲沟尺寸减小或充填物透水性减弱。

根据模拟结果,从盲沟等效渗透系数随水头变化的关系曲线(见图 3)可知,不同等效渗透系数的盲沟对模拟工业场地回填后稳定地下水渗流场有着较大的影响,主盲沟等效渗透系数对工业场地地下水水位的影响要比支盲沟的影响大得多。随着盲沟等效渗透系数的增大,工业场地地下水上升的幅度逐渐减少,但等效渗透系数增加幅度相同条件下,等效渗透系数越大,地下水位上升幅度的减少速度越小。随着等效渗透系数的减小,工业场地地下水上升的幅度逐渐增加,等效渗透系数减小幅度相同条件下,等效渗透系数越大,地下水位上升幅度的增加速度越大。

4.4 露天坑、排土场的影响

东露天煤矿工业场地的西部为露天坑,距离西部分水岭以西约 500 m,露天坑将开挖至标高 1 225 m 以下,地下水可能由工业场地向西排泄到露天坑中。同时,露天坑北部为东露天煤矿排土场,届时排土场的填后标高将达到 1 490 m,受此影响,排土场范围内所获得的部分地下水补给量将向工业场地径

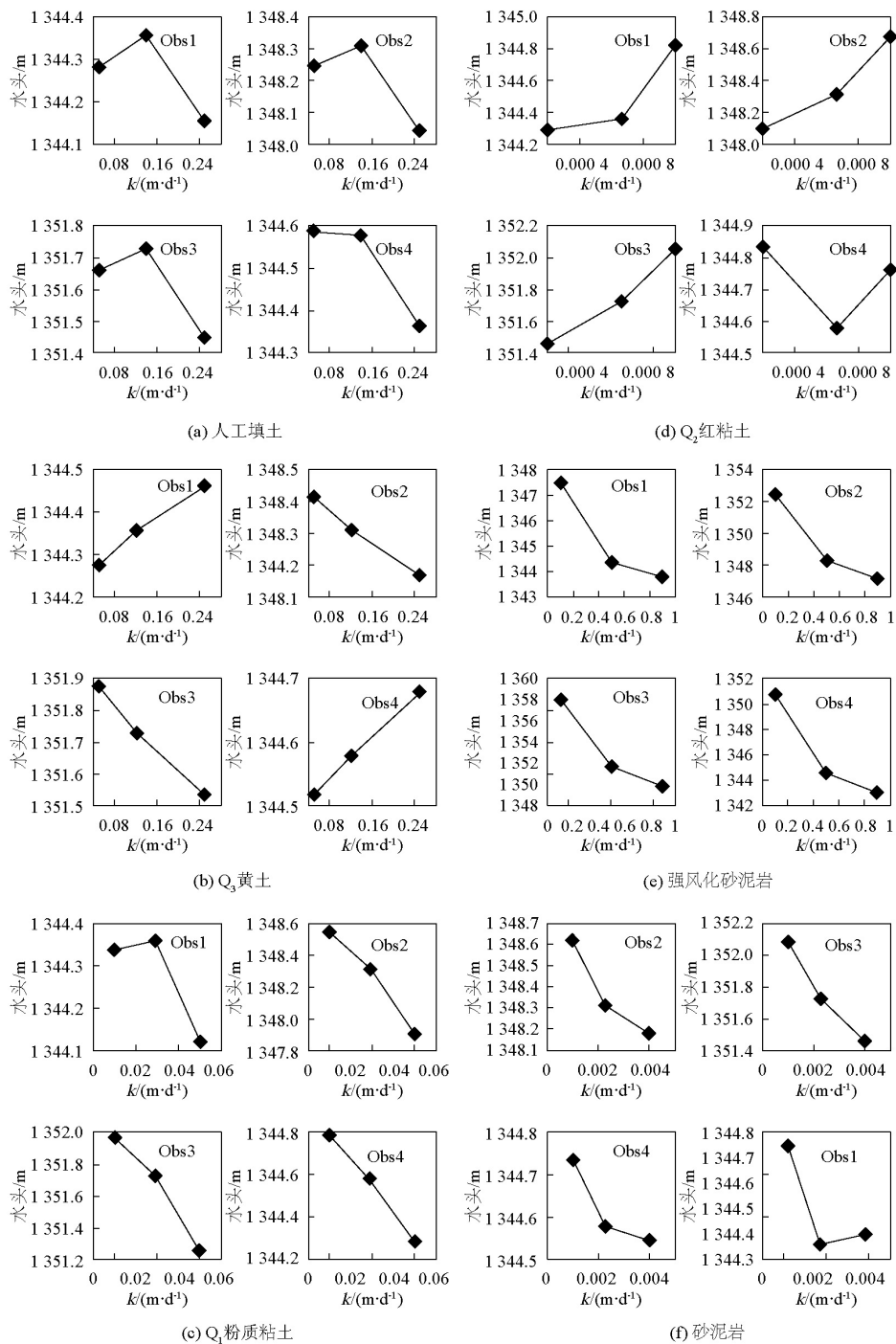


图 1 各地层渗透系数对典型点水位的影响

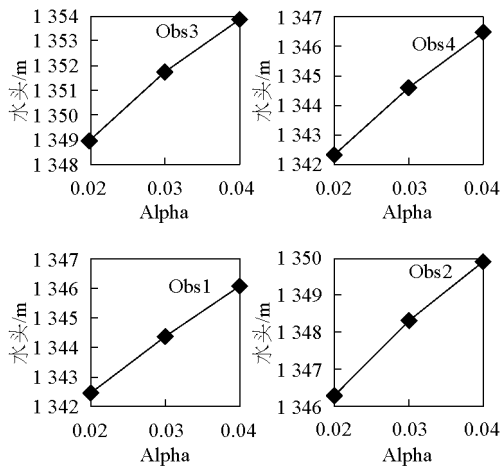
Fig. 1 Influence of typical points water level by coefficient of permeability of each soil

流,并由麻地沟盲沟排水系统排泄,这势必造成工业场地范围内地下水位进一步上升。

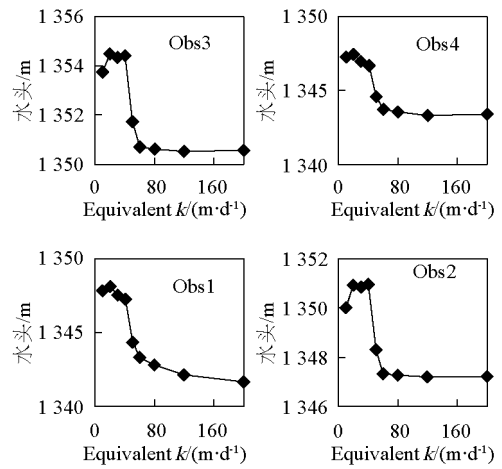
为模拟露天坑低标高排水及排土场对模拟区地下水渗流场的影响,在原基础上,将模拟区西部的非活动单元改为活动单元,露天坑所在位置的分水岭边界修改为 Drain 边界,排水高程为 1 225 m。模型经修改计算后可得到露天坑、排土场影响下模拟区

地下水渗流场等值线图(见图 4)。由图 4 可知,露天坑的存在,将显著降低露天坑周边地区地下水位,但是,由于东露天煤矿工业场地区渗透介质透水性较差,导致露天坑降水影响范围较小。

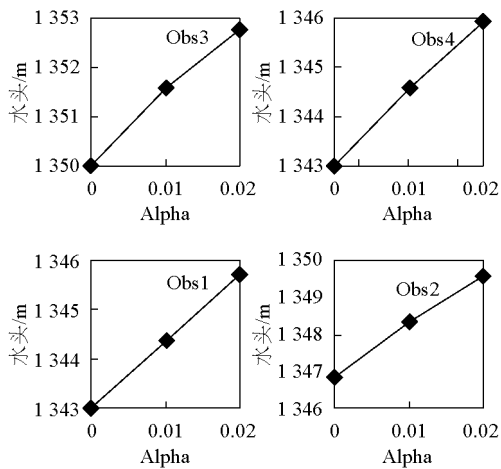
同时,计算模型中仅考虑了不足 1 km² 的排土场地下水对工业场地的径流影响,且在露天坑降水的有利条件下,工业场地内,部分地段地下水位仍然



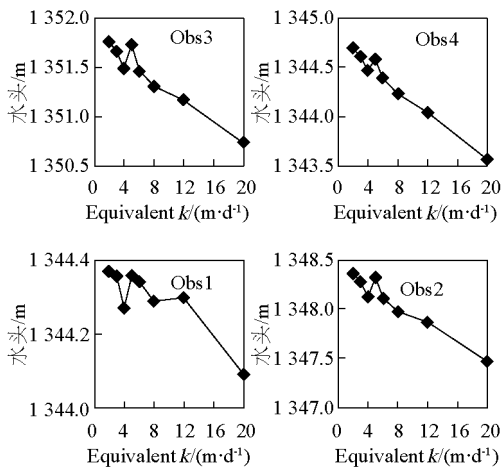
(a) 非填土区



(a) 主盲沟



(b) 填土区



(b) 支盲沟

图2 大气降水入渗系数对典型点水位的影响
Fig.2 Influence of typical points water level by precipitation coefficient of atmospheric precipitation

图3 盲沟等效渗透系数对典型点水位的影响
Fig.3 Influence of typical points water level by equivalent coefficient of permeability of blind ditch

有一定幅度的上升,即当排土场地带向工业场地区的汇流面积较大时,工业场地的地下水位将进一步显著上升。

5 分析讨论与建议

1) 平朔东露天煤矿工业场地各地层渗透性能对地下水位变化有一定影响,虽然各地层渗透性能不能人为控制,但准确求取各地层渗透系数,关系到因人工填土引起的地下水位变化定量计算准确性。因此,建议在工业场地勘察、施工过程中应加强各地层渗透性能测定工作,尤其是强风化砂泥岩的渗透性能对地下水位变化影响最为显著。

2) 填土的透水性能可通过填土材料及压实度等进行控制,其渗透性能良好有利于降低地下水位,但

对地下水位变化影响程度相对较小。另外,填土渗透性能的提高可能导致其力学性能的降低,建议填土过程中应首先满足场地对填土力学性能的要求。

3) 场地大气降水入渗能力对地下水位变化有显著的影响,建议对工业场地范围内地表采取防水措施,完善地面排水系统。对绿化带也应控制灌溉强度,避免因绿化带灌溉而增加地下水的补给强度。

4) 盲沟对地下水变化也有显著影响,盲沟的尺寸、充填物等对场地地下水位高低起着重要的控制作用,建议严格按照设计施工。另外,输煤暗道施工时将会挖断已敷设的盲沟,为确保盲沟排水通畅,暗道施工结束后,应按要求修复盲沟。

5) 北排土场的存在将引起地下水向工业场地径流,进而抬高场地地下水位。建议在排土场范围

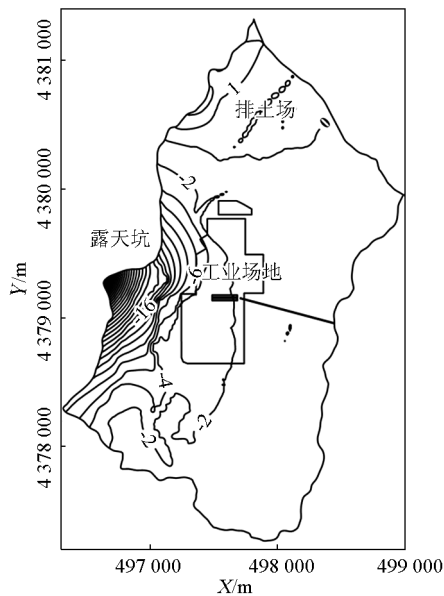


图4 露天坑、排土场引起的地下水位变化图
 Fig.4 Change chart of ground water lever by
 dumping site and open pit

内设计排水盲沟,防止排土场内地下水向工业场地径流;在工业场地西侧采取工程措施,拦截排土场对工业场地的地下水侧向径流补给量。

参考文献

[1] 明海燕,李相崧,张瑞华. 地下水位上升引起斜坡变形的完全耦合分析[J]. 岩土工程学报,2007,29(4):510-516.
 [2] 赵春宏,戴福初. 深圳某填土滑坡破坏机理研究[J]. 中国地质灾害与防治学报,2007,18(2):1-8.
 [3] 平朔煤炭工业公司. 山西省朔州市平朔矿区东露天矿田煤炭勘探地质报告[R]. 山西省朔州市平鲁区,2004,10.
 [4] 毛子首,马震岳. 水轮发电机组上机架一定子系统动态特性参数敏感性分析[J]. 黑龙江水专学报,2010,37(3):1-3.
 [5] 陆伦,张银州. 平朔东露天工业场地地下水位变化特征及对策[J]. 露天采矿技术,2010(5):50-52,54.

Analysis of influencing factors of groundwater level variation at Donglutian coal industrial ground of Pingshuo

Lin Dujun, Gong Shoucai, Zhang Yinzhou

(China Coal Xi'an Design and Engineering Co., Ltd, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

[Abstract] On the basis of study for three-dimensional flow numerical model, The author analyzed influencing factor of variation in water level at Donglutian coal industrial ground by the parameter sensitivity analysis method. The results showed that there are several factors influence the change of ground-water level by filling, there were infiltrate performance of highly weathered sandstone, filling areas of precipitation infiltration recharge ability and blind drainage ability. In response to these main factors, author studied the permeability coefficient of all kinds of soil and rock layers, provided strong basis for improvement of surface drainage system and control quality of blind ditch. All of these approaches were to control the rise of ground water lever.

[Key words] numerical model; variation in ground water level; influencing factors; sensitivity analysis