(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105239611 B
(45)授权公告日 2017.07.11

(21)申请号 201510690599.0
(22)申请日 2015.10.22
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105239611 A
(43)申请公布日 2016.01.13
(73)专利权人 上海交通大学
地址 200240 上海市闵行区东川路800号
(72)发明人 沈水龙 武永霞 刘晓雪 吴怀娜
(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236
代理人 徐红银 郭国中
(51)Int.Cl.
E02D 33/00(2006.01)
E02D 19/18(2006.01)
E02D 19/10(2006.01)

审查员 李悦

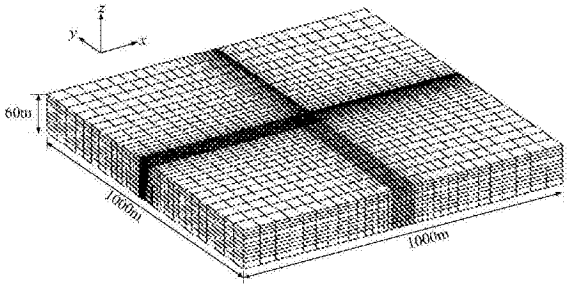
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法

(57)摘要

本发明提供一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，该方法是在现场勘查和基坑信息的收集基础上，采用超声波成像CT技术确定止水帷幕渗漏位置及渗漏面积大小，通过基坑抽水试验获取观测井水位的实测值等数据；建立三维流固耦合模型，将止水帷幕渗漏处按照渗漏面积设置渗漏单元，模拟抽水试验并进行分析模型计算，最终获得观测井水位的计算值；通过实测值和计算值的拟合情况，确定止水帷幕渗漏处渗透系数；对渗漏单元输入渗漏处的渗透系数，进行渗流固结模拟，最终确定基坑周围地下水位及地面沉降量。本发明方法简单，便于推广，具有很大的应用价值。本发明适用于基坑开挖面下方止水帷幕渗漏的问题。



CN 105239611 B

1.一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，其特征在于，所述方法包括如下步骤：

第一步，对基坑进行现场勘查，确定土层划分信息及地下水分布情况，并通过钻孔取土进行室内土工试验，获取土层的物理力学参数；

第二步，结合基坑设计及降水方案获取基坑平面尺寸、开挖深度、止水帷幕参数、基坑降水井及观测井信息；

第三步，采用超声波成像CT技术检测基坑开挖面下方止水帷幕的渗漏情况，确定止水帷幕渗漏处所在基坑平面的位置坐标，记录渗漏处在垂直方向的位置深度h及渗漏面积D；

第四步，进行单口降水井或多口降水井抽水试验，且在抽水试验过程中记录基本观测数据，即抽水井抽水量、观测时间及相应观测井水位、抽水井水位；

第五步，采用有限元分析软件建立基坑开挖面下方止水帷幕渗漏的三维流固耦合模型；依据现场调查，在三维流固耦合模型相应的渗漏位置按照渗漏面积大小设置渗漏单元，模拟基坑开挖过程；

第六步，在三维流固耦合模型相应降水井和观测井位置的单元节点上设置降水井及观测井，输入抽水井抽水量，观测时间及相应观测井水位，模拟抽水试验并进行分析模型计算，最终获得观测井水位的计算值；通过观测井水位的实测值和计算值的拟合情况，确定止水帷幕渗漏处渗透系数k的大小；

第七步，对三维流固耦合模型的渗漏单元设置止水帷幕渗漏处的渗透系数k，进行渗流固结模拟，最终确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏下基坑周围地下水位及地面沉降量。

2.根据权利要求1所述的一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，其特征在于，第一步中：

所述的土层划分是指：通过钻孔取土的方法对基坑内地表以下2.5倍基坑深度范围内的土层进行划分，随后获取施工现场土样进行室内土工试验，得到施工现场土层划分信息和地质信息，确定各土层土性及相应土层的厚度；

所述的地下水分布情况是指：采用钻孔探水仪对基坑场地进行地下水钻孔探明，由揭露的土体类型判断含水层类型及厚度；钻井观测不同含水层的稳定水位，对于承压含水层采取隔水措施将被测含水层和其他含水层隔离后测其稳定水位。

3.根据权利要求1所述的一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，其特征在于，第二步中，所述的止水帷幕参数是指：止水帷幕厚度、重度γ_t、埋置深度、水平渗透系数、垂向渗透系数和弹性模量，其中：

所述止水帷幕的重度取钢筋混凝土重度；

所述止水帷幕的水平渗透系数、垂向渗透系数均取混凝土渗透系数；

所述弹性模量为考虑强度折减效应的止水帷幕等效弹性模量E’，所述E’满足以下公式：

$$E' = \eta E_s,$$

式中：η是模量折减系数，取1/5；E_s是钢筋混凝土的弹性模量。

4.根据权利要求1所述的一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，其特征在于，第二步中，所述的基坑降水井及观测井信息是指：降水井及观测井位置、数量、埋置深度、过滤器位置与长度，降水层位及观测层位。

5.根据权利要求1所述的一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，其特征在于，第三步中：通过超声波成像CT技术确定止水帷幕渗漏区域，在所开挖基坑附近的地表面上选取参照物，参照物在基坑平面图上有位置坐标，测出参照物和渗漏区域的距离，确定渗漏区域在整个基坑平面的位置坐标。

6.根据权利要求1-5任一项所述的一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，其特征在于，第四步中，所述的抽水试验是指：根据所要抽水的含水层埋置深度、抽水所要求的降深大小条件，在降水井中安装抽水设备进行抽水；在抽水试验进行过程中，同步观测、记录抽水井抽水量和抽水井及观测井的水位；所述的抽水井是指用于抽取地下水的降水井。

7.根据权利要求6所述的一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，其特征在于，所述的抽水井抽水量的大小通过水表、或三角堰、或矩形堰完成测定；所述的抽水井及观测井的水位采用测钟、或浮标水位计、或电测水位计测定。

8.根据权利要求1-5任一项所述的一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，其特征在于，第五步中，所述的渗漏单元为实体单元，其基本参数为重度γ_t、渗透系数k、弹性模量；其中：重度γ_t为止水帷幕的重度；渗透系数k为止水帷幕渗漏处的渗透系数；弹性模量在钢筋混凝土的弹性模量E_s基础上进行折减，折减系数为1/5。

9.根据权利要求1-5任一项所述的一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，其特征在于，第五步中，所述的三维流固耦合模型是指：模型范围以基坑为中心、水平方向大于降水井影响半径R；模型垂直方向大于承压含水层底板所在深度；对模型进行网格划分，输入土体参数和水位大小，并设定模型的初始条件和边界条件；其中：模型的初始条件为：水位线孔压为零，位移为零；边界条件为：模型四周为常水头边界，底部为固定边界条件；土体和止水帷幕均采用8节点孔压单元，止水帷幕与土体间设置接触面；

所述的模拟基坑开挖过程是指：削弱基坑内侧土体，移除基坑内部土体单元完成基坑开挖模拟，土体损失率通过基坑内侧土体的削弱程度进行调节，控制在1％以内。

10.根据权利要求9所述的一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，其特征在于，所述的降水井影响半径R采用承压含水层的经验公式：

$$R=10S\sqrt{K},$$

式中：S为水位降深(m)，K为承压含水层的水平渗透系数(m/d)；

所述接触面摩擦系数为0.25。

确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种建筑工程技术领域的方法，具体是一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法。

背景技术

[0002] 随着地下空间的不断发展，涌现出越来越多的基坑工程，目前，基坑工程开挖深度达到20～30m越来越常见，而针对基坑降水问题，现今广泛使用的井点降水与止水帷幕相结合的方法来降低基坑内地下水位。其中，止水帷幕是工程主体外围止水系列的总称，用于阻止或减少基坑侧壁及基坑底地下水流入基坑而采取的连续止水体，常见的止水帷幕有高压旋喷桩、深层搅拌桩止水帷幕，旋喷桩止水帷幕等。然而，在实际工程中，因施工工艺、施工技术不当等原因使得止水帷幕出现不同程度的渗漏，若渗漏发生在基坑开挖面下方的承压含水层，则可能会发生管涌现象，导致管线破坏，建筑物开裂，甚至危及生命。为此，确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，对基坑安全开挖具有非常重要的意义。

[0003] 经过对现有技术文献的检索发现，对止水帷幕渗漏的研究主要集中在渗漏对地下水位的影响上，尚未考虑止水帷幕渗漏对周边环境的影响，而目前所采用的分析方法为二维有限元法，如Pujades于2012年在《Engineering Geology》上发表的《Hydraulic characterization of diaphragm walls for cut and cover tunnelling》中利用二维有限元法绘制了不同渗漏条件下水位降深导数与时间的关系图，并提出了一些解析计算公式，通过两者的结合可以计算止水帷幕的渗漏系数，其缺点是仅适用于一定条件下的条形基础。Vilarrasa于2011年在《Engineering Geology》上发表的《A methodology for characterizing the hydraulic effectiveness of an annular low-permeability barrier》中利用二维有限元法的数值模拟结果，绘制出不同止水帷幕渗漏程度下水位降深随时间变化的判断图，但其适用于止水帷幕完全隔断含水层的情况。事实上，基坑止水帷幕渗漏属于空间问题，采用三维有限元法模拟渗漏情况更符合实际，结果相比于二维有限元法更精确。因此，有必要建立三维数值模型来模拟基坑开挖面下方止水帷幕渗漏情况，确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境的影响。

发明内容

[0004] 本发明针对现有技术的不足，提供了一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，该方法是在现场勘查和基坑信息的收集基础上，采用超声波成像CT技术确定止水帷幕渗漏位置及渗漏面积大小，通过基坑抽水试验获取观测井水位的实测值等数据；建立三维流固耦合模型，将止水帷幕渗漏处按照渗漏面积设置渗漏单元，模拟抽水试验并进行分析模型计算，最终获得观测井水位的计算值；通过实测值和计算值的拟合情况，确定止水帷幕渗漏处渗透系数；对渗漏单元输入渗漏处的渗透系数，进行渗流固结模拟，最终确定基坑周围地下水位及地面沉降量。

[0005] 本发明是通过以下技术方案实现的：

[0006] 本发明提供一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，所述方法包括如下步骤：

[0007] 第一步，对基坑进行现场勘查，确定土层划分信息及地下水分布情况，并通过钻孔取土进行室内土工试验，获取土层的物理力学参数；

[0008] 第二步，结合基坑设计及降水方案获取基坑平面尺寸、开挖深度、止水帷幕参数、基坑降水井及观测井信息；

[0009] 第三步，采用超声波成像CT技术检测基坑开挖面下方止水帷幕的渗漏情况，确定止水帷幕渗漏处所在基坑平面的位置坐标，记录渗漏处在垂直方向的位置深度h及渗漏面积D；

[0010] 第四步，进行单口降水井或多口降水井抽水试验，且在抽水试验过程中记录基本观测数据，即抽水井抽水量、观测时间及相应观测井水位、抽水井水位；

[0011] 第五步，采用有限元分析软件建立基坑开挖面下方止水帷幕渗漏的三维流固耦合模型；依据现场调查，在模型相应的渗漏位置按照渗漏面积大小设置渗漏单元，模拟基坑开挖过程；

[0012] 第六步，在三维流固耦合模型的相应单元节点上设置降水井及观测井，输入抽水井抽水量，观测时间及相应观测井水位，模拟抽水试验并进行分析模型计算，最终获得观测井水位的计算值；通过观测井水位的实测值和计算值的拟合情况，确定止水帷幕渗漏处渗透系数k的大小；

[0013] 第七步，对三维流固耦合模型的渗漏单元设置止水帷幕渗漏处的渗透系数k，进行渗流固结模拟，最终确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏下基坑周围地下水位及地面沉降量。

[0014] 优选地，第一步中，所述的土层划分是指：

[0015] 通过钻孔取土的方法对基坑内地表以下2.5倍基坑深度范围内的土层进行划分，随后获取施工现场土样进行室内土工试验，得到施工现场土层划分信息和地质信息，确定各土层土性及相应土层的厚度。

[0016] 优选地，第一步中，所述的地下水分布情况是指：采用钻孔探水仪对基坑场地进行地下水钻孔探明，由揭露的土体类型判断含水层类型及厚度；钻井观测不同含水层的稳定水位，对于承压含水层采取隔水措施将被测含水层和其他含水层隔离后测其稳定水位。

[0017] 优选地，第一步中，所述的钻孔取土是指：在基坑周围用薄壁取土器获取现场的土样，土样数以三个试件为宜。

[0018] 优选地，第一步中，所述的室内土工试验是指：密度试验、比重试验、含水率试验、三轴试验、常规单向压缩试验、载荷试验及室内渗透试验。

[0019] 优选地，第一步中，所述的物理力学参数是指：土体的重度、孔隙比、有效粘聚力、内摩擦角、压缩模量、泊松比、变形模量及渗透系数。

[0020] 优选地，第二步中，所述的止水帷幕参数是指：止水帷幕厚度、重度、埋置深度、水平渗透系数、垂向渗透系数和弹性模量，其中：

[0021] 所述止水帷幕的重度取钢筋混凝土重度；

[0022] 所述止水帷幕的水平及垂向渗透系数均取混凝土渗透系数；

[0023] 所述弹性模量为考虑强度折减效应的止水帷幕等效弹性模量E'，所述E'满足以下公式：

[0024] $E'=\eta E_s$，

[0025] 式中：η是模量折减系数，取1/5；E_s是钢筋混凝土的弹性模量。

[0026] 优选地，第二步中，所述的基坑降水井及观测井信息是指：降水井及观测井位置、数量、埋置深度、过滤器位置与长度，降水层位及观测层位。

[0027] 优选地，第三步中，具体地：

[0028] 通过超声波成像CT技术确定止水帷幕渗漏区域，在所开挖基坑附近的地表面上选取参照物，参照物在基坑平面图上有位置坐标，测出参照物和渗漏区域的距离，确定渗漏区域在整个基坑平面的位置坐标。

[0029] 优选地，第四步中，所述的抽水试验是指：根据所要抽水的含水层埋置深度、抽水所要求的降深大小条件，在降水井中安装抽水设备进行抽水；在抽水试验进行过程中，同步观测、记录抽水井抽水量和抽水井及观测井的水位。

[0030] 更优选地，所述的抽水井是指用于抽取地下水的降水井。

[0031] 更优选地，所述的抽水井抽水量的大小通过水表，或三角堰，或矩形堰完成测定。

[0032] 更优选地，所述的抽水井及观测井的水位采用测钟，或浮标水位计，或电测水位计测定。

[0033] 优选地，第五步中，所述的渗漏单元为实体单元，其基本参数为重度γ_t、渗透系数k、弹性模量；其中：重度γ_t为止水帷幕的重度；渗透系数k为止水帷幕渗漏处的渗透系数；弹性模量在钢筋混凝土的弹性模量E_s的基础上进行折减，折减系数为1/5。

[0034] 优选地，第五步中，所述的三维流固耦合模型是指：模型范围以基坑为中心、水平方向大于降水井影响半径R；模型垂直方向大于承压含水层底板所在深度；对模型进行网格划分，输入土体参数和水位大小，并设定模型的初始条件和边界条件；其中：模型的初始条件为：水位线孔压为零，位移为零；边界条件为：模型四周为常水头边界，底部为固定边界条件；土体和止水帷幕均采用8节点孔压单元，止水帷幕与土体间设置接触面，接触面摩擦系数为0.25。

[0035] 更优选地，所述的基坑影响半径R采用承压含水层的经验公式：

[0036] $R=10S\sqrt{K}$，

[0037] 式中：S为水位降深(m)，K为承压含水层的水平渗透系数(m/d)。

[0038] 优选地，第五步中，所述的模拟基坑开挖过程是指：削弱基坑内侧土体，移除基坑内部土体单元完成基坑开挖模拟，土体损失率通过基坑内侧土体的削弱程度进行调节，控制在1％以内。

[0039] 与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

[0040] 本发明采用三维数值模型模拟基坑开挖面下方的止水帷幕渗漏情况，将渗漏部位设置为实体单元，最终确定基坑周边地下水位及地面沉降量。本发明方法简单，便于推广，具有很大的应用价值。本发明适用于基坑开挖面下方止水帷幕渗漏的问题。

附图说明

[0041] 图1a为本发明一实施例基坑开挖面下方止水帷幕渗漏三维模型的网格局部放大

图；

[0042] 图1b为本发明一实施例基坑开挖面下方止水帷幕渗漏三维模型三维网格图；

[0043] 图2为本发明一实施例中实体单元模拟渗漏部位的渗漏单元示意图；

[0044] 图3为本发明一实施例中观测井B1水位降深计算值s'和实测值s拟合关系图；

[0045] 图4为本发明一实施例中基坑内抽水稳定后剖面I-I'第一承压含水层水位降深图；

[0046] 图5为本发明一实施例中基坑内抽水100后剖面I-I'地面沉降图。

具体实施方式

[0047] 下面结合附图对本发明的实施例作详细说明：本实施例以本发明技术方案为前提进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述实施例。

[0048] 某基坑工程为圆形基坑，采用高压旋喷桩作为止水帷幕，基坑所处位置的含水层体系为多层的含水层-弱透水层互层。

[0049] 如图1a-图5所示，本实施例提供一种确定基坑开挖面下方止水帷幕渗漏对周边环境影响的方法，所述方法包括以下步骤：

[0050] 第一步，对基坑进行现场勘查，确定土层划分信息及地下水分布情况，并通过钻孔取土进行室内土工试验，获取土层的物理力学参数

[0051] 通过钻孔取土方法确定基坑所处的土层自上而下为：

[0052] 第一层是厚度为14m的粉土、粉质黏土，属于潜水层；

[0053] 第二层是厚度为7m的粉质粘土，属于第I弱透水层；

[0054] 第三层是厚度为10m的粉砂，属于第I承压含水层；

[0055] 第四层是厚度为5m的粉质粘土，属于第II弱透水层；

[0056] 第五层是厚度为18m的粉土，第II承压含水层；

[0057] 第六层是厚度为6m的粉质粘土，属于第III弱透水层。

[0058] 取土作室内常规试验获得基坑土层土体的物理力学性质为：

[0059] 第一层粉土、粉质粘土的重度为19.6kN/m^3、泊松比为0.25、孔隙比为0.80、压缩模量为6530KPa、内摩擦角为25°、水平渗透系数为6.94×10^{-8}m/s、垂直渗透系数为3.47×10^{-8}m/s；

[0060] 第二层粉质粘土的重度为19.8kN/m^3、泊松比为0.30、压缩模量为5410KPa、内摩擦角为21°、孔隙比为0.71、水平渗透系数为2.31×10^{-8}m/s、垂直渗透系数为8.10×10^{-9}m/s；

[0061] 第三层粉砂的重度为20.4kN/m^3、泊松比为0.25、孔隙比为0.58、变形模量为16000KPa、内摩擦角为30°、有效粘聚力为4.0kPa、水平渗透系数为4.86×10^{-5}m/s、垂直渗透系数为1.74×10^{-5}m/s；

[0062] 第四层粉质粘土的重度为20.2kN/m^3、泊松比为0.30、孔隙比为0.72、压缩模量为6260KPa、内摩擦角为24°、水平渗透系数为1.16×10^{-8}m/s、垂直渗透系数为4.64×10^{-9}m/s；

[0063] 第五层粉土的重度为20.3kN/m^3、泊松比为0.25、孔隙比为0.68、变形模量为12570KPa、内摩擦角为30°、有效粘聚力为4.8kPa、水平渗透系数为2.31×10^{-5}m/s、垂直渗透系数为9.26×10^{-6}m/s；

[0064] 第六层粉质粘土的重度为20.0kN/m^3、泊松比为0.30、孔隙比为0.68、压缩模量为5350KPa、内摩擦角为22°、水平渗透系数为9.29×10^{-9}m/s、垂直渗透系数为4.63×10^{-9}m/s；

[0065] 第二步，结合基坑设计及降水方案获取基坑平面尺寸、开挖深度、止水帷幕参数、基坑降水井及观测井信息

[0066] 本实施例中：基坑为圆形基坑，半径为18m，开挖深度为32m；止水帷幕的厚度为1.2m、深度为48m、重度为25kN/m^3、水平渗透系数为1.0×10^{-9}m/s、垂直渗透系数为1.0×10^{-9}m/s，弹性模量为1380Mpa。根据基坑降水方案，基坑内布设有2口降水井(C1、C2)，基坑外布设有1口观测井(B1)，降水井和观测井井深32m，过滤器位于地表以下21m至31m，长度为10m。降水层位为粉砂层，属于第I承压含水层。

[0067] 第三步，采用超声波成像CT技术检测基坑开挖面下方止水帷幕的渗漏情况，在整个基坑平面，渗漏位置A(如图1a所示)位于基坑中心东偏北45°方向的止水帷幕上，渗漏弧度为0.0790rad。在垂直方向上，检测出渗漏位置位于第I承压含水层整个厚度(10m)上，渗漏面积D即为14.25m^2。

[0068] 第四步，在基坑降水井中，采用定降深模式进行两口降水井(C1、C2)抽水试验，基坑内两口抽水井(降水井C1、C2)降深值始终保持为10m，且在抽水试验过程中，记录基本观测数据，即抽水井抽水量、观测时间及相应观测井水位、抽水井水位。

[0069] 本实施例中，抽水井抽水量的大小通过水表测定，抽水井C1抽水量为32m^3/d及C2抽水量均为40m^3/d；

[0070] 抽水井及观测井的动水位采用电测水位计测定。

[0071] 第五步，采用有限元分析软件建立基坑开挖面下方止水帷幕渗漏的三维流固耦合模型；依据现场调查，在模型相应的渗漏位置按照渗漏面积大小设置渗漏单元，模拟基坑开挖过程。

[0072] 确定降水井影响半径R，本实施例中，第I承压含水层渗透系数为4.86×10^{-5}m/s，即4.2m/d，抽水试验过程中抽水井水位降深为10m，降水井影响半径R为：

[0073] $$R=10S\sqrt{K}=10\times10\times\sqrt{4.2}=205\text{m}$$

[0074] 分析模型以基坑为中心，水平方向大于降水井影响半径205m，向外扩展500m，以消除边界条件对计算结果的影响，在平面上，研究范围为1000×1000m^2；在垂向上，计算深度为60m。在水平方向上，有限元网格由基坑向外由密变疏，每层平面含2920个节点，2829个单元，在垂直方向上，划分为17层。整个模型共有54720个节点，48093个单元。

[0075] 如图1a、图1b所示的基坑开挖面下方止水帷幕渗漏三维模型网格局部放大图、三维网格图。输入土体参数和水位大小，并设定模型的初始条件和边界条件。其中，模型的初始条件为：分析模型各含水层初始水位为地面下1m，水位线孔压为零，位移为零。边界条件为：模型四周为常水头边界，底部为固定边界条件。土体和止水帷幕均采用8节点孔压单元，止水帷幕与土体间设置接触面，接触面摩擦系数为0.25。

[0076] 依据现场调查，在分析模型相应的渗漏位置A(如图1a所示)处按照渗漏面积D＝14.25m^2设置渗漏单元，所述的渗漏单元为实体单元，其重度γ_t＝25kN/m^3，弹性模量为6900MPa。图2为实体单元模拟渗漏部位的渗漏单元示意图。

[0077] 本实施例中，所述的模拟基坑开挖过程是指：削弱基坑内侧土体，移除基坑内部土体单元完成基坑开挖模拟，土体损失率通过基坑内侧土体的削弱程度进行调节，控制在1％

以内。

[0078] 第六步，在三维流固耦合模型的相应单元节点上设置抽水井C1-C2及观测井B1，输入抽水井抽水量，观测时间及相应观测井B1的水位，模拟抽水试验并进行分析模型计算，最终获得观测井B1水位的计算值，初始水位与观测井水位之差即为水位降深值。观测井B1水位降深实测值和计算值拟合关系图，如图3所示。通过观测井B1水位降深实测值和计算值的拟合情况，确定止水帷幕渗漏处渗透系数k为1×10^{-4}m/s。

[0079] 第七步，对三维流固耦合模型的渗漏单元设置止水帷幕渗漏处的渗透系数k＝1×10^{-4}m/s，进行渗流固结模拟，最终确定在基坑开挖面下方的止水帷幕局部渗漏情况下，基坑内抽水稳定后剖面I-I′第I承压含水层水位降深图(如图4所示)、抽水100天后剖面I-I′地面沉降图(如图5所示)。

[0080] 本实施例可以准确的确定止水帷幕渗漏对周边环境的影响，得出基坑开挖面下方止水帷幕渗漏处周围地下水位及地面沉降量，相比较只集中于地下水位的研究显得更全面、更科学、更可靠。

[0081] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是，本发明并不局限于上述特定实施方式，本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改，这并不影响本发明的实质内容。

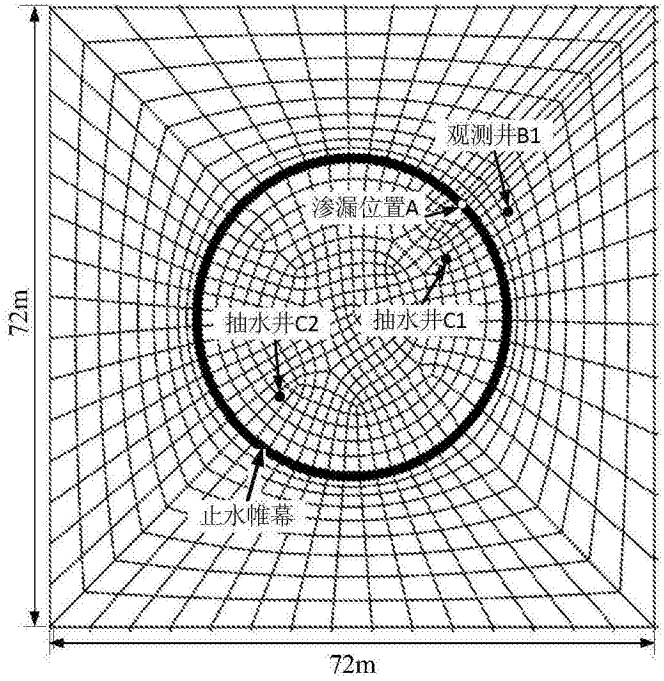


图1a

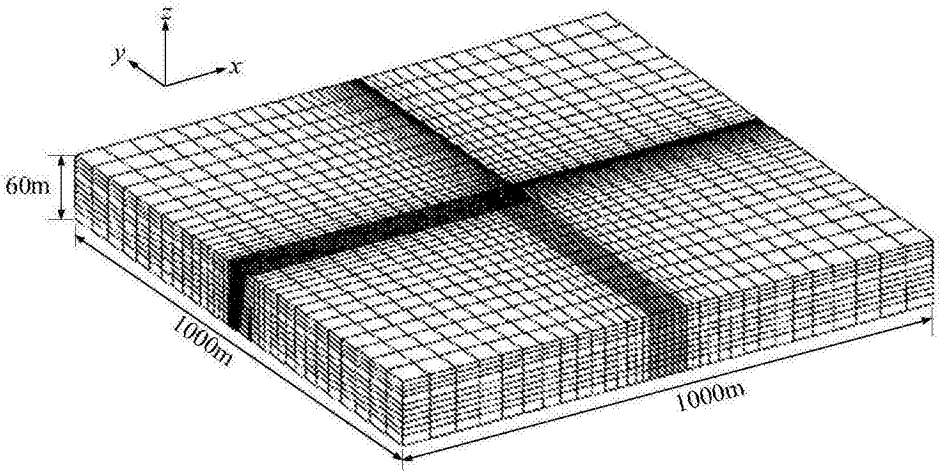


图1b

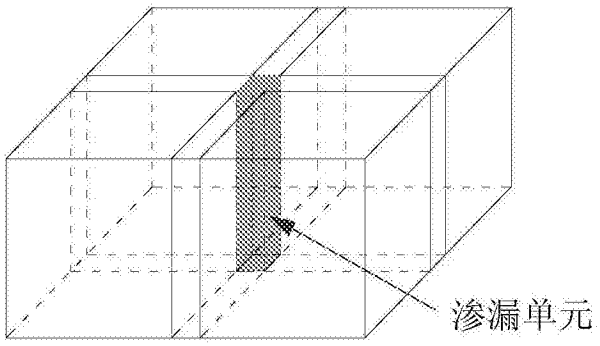


图2

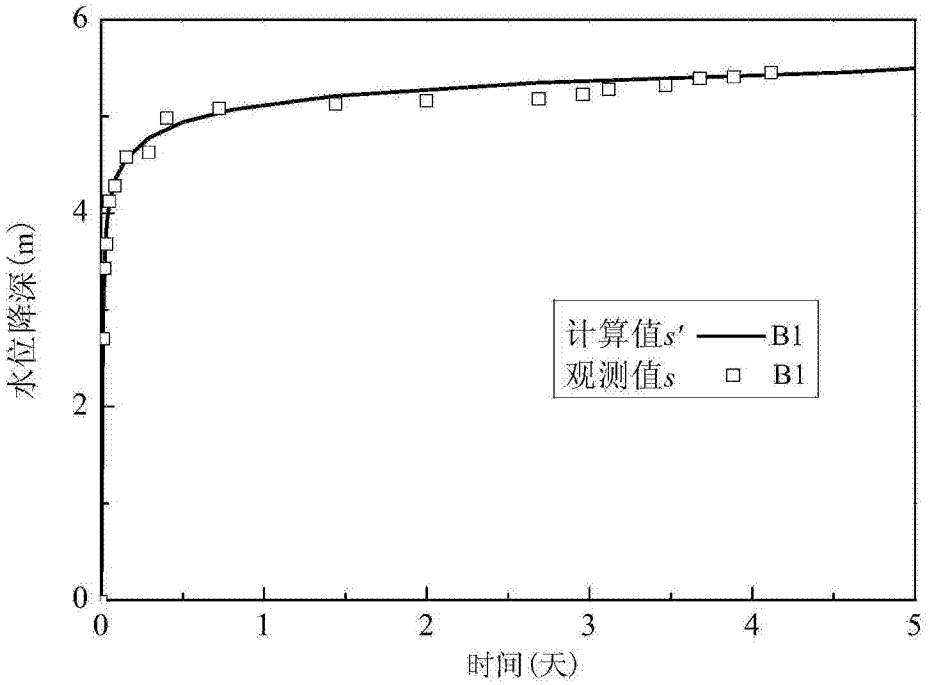


图3

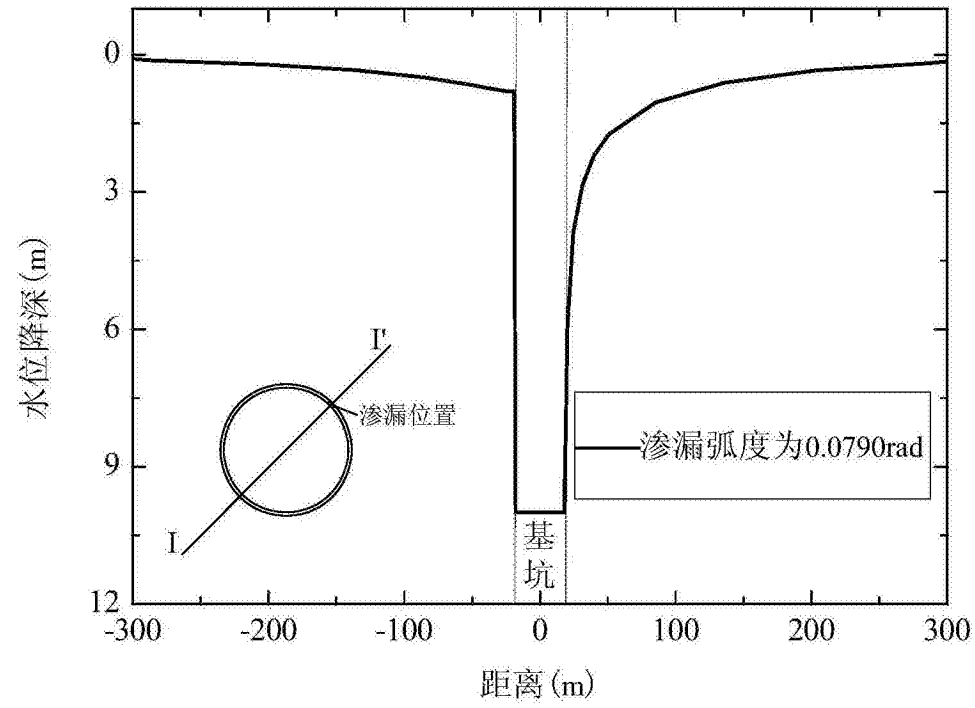

0
3
6
9
12
水位降深(m)
I'
渗漏位置
I
基坑
渗漏弧度为0.0790rad
-300
-200
-100
0
100
200
300
距离(m)

图4

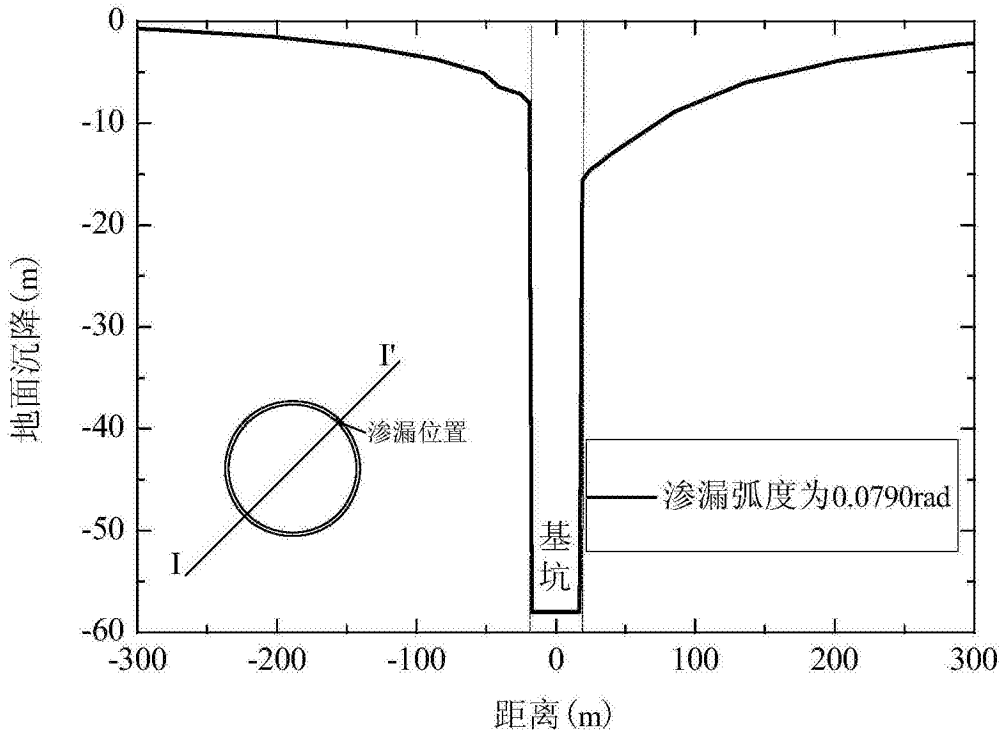

0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
地面沉降(m)
I'
渗漏位置
I
基坑
渗漏弧度为0.0790rad
-300
-200
-100
0
100
200
300
距离(m)

图5