



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108343431 B

(45) 授权公告日 2021.07.06

(21) 申请号 201810129221.7

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2018.02.08

E21B 49/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

E21B 25/00 (2006.01)

申请公布号 CN 108343431 A

E21B 47/04 (2012.01)

E21B 33/12 (2006.01)

(43) 申请公布日 2018.07.31

审查员 张超

(73) 专利权人 济南大学

地址 250022 山东省济南市市中区南辛庄
西路336号

(72) 发明人 邢立亭 迟光耀 李常锁 邢学睿
赵振华 康凤新 李江柏 侯新宇
冯全霖

(74) 专利代理机构 济南诚智商标专利事务所有
限公司 37105

代理人 王洪平

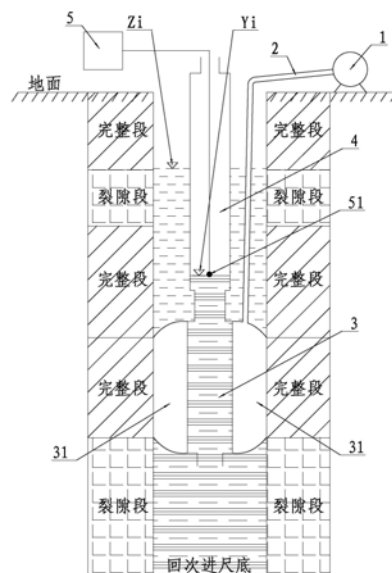
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种基岩裂隙地下水系统流网探究方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基岩裂隙地下水系统流网探究方法,该方法基于基岩地区水文地质勘探的基础上,在钻井的同时,测定每一个钻探孔的逐一回次进尺之后的测压水头,取得勘探孔内不同深度的测压水头值观测数据,进而绘制地下水流网,分析计算不同深度的地下水径流强度。本方法以钻孔内不同深度的实测水头值为依据,不需要对地质条件进行人为的概化,不存在计算误差,完全消除以往数值计算或室内实验的误差,精度可靠,取得的成果符合野外实际,具有科学性。另外本方法可借助已开展的地质钻孔、或水文地质、或工程地质钻探工作开展水位观测,无需投入专项地下水流网勘察,节约了时间、提高效率,具有较高技术经济性。



1. 一种基岩裂隙地下水系统流网探究方法,其特征在于:包括以下步骤,
 - 第一步:根据需要选取一钻探点进行钻探,且每一回次进尺大于0.5米小于2米;
 - 第二步:记录第一回次钻进进尺长度 L_1 ,并投入卡条取岩心;
 - 第三步:测量第二步中取出的岩心的长度 M_1 ,并计算岩心采取率 M_1/L_1 ,若采取率低于70%,则再次下入钻具捞出残留的岩心;
 - 第四步:观察第二步和/或第三步所取得的岩心的层面裂隙、构造裂隙发育情况,记录裂隙发育段深度 H_{11} - H_{12} ;
 - 第五步:测量岩心完整段长度,
 - 5.1当岩心完整段长度大于0.5米时,记录岩心完整段的深度 J_{11} - J_{12} ,准备第二回次钻进;
 - 5.2当岩心完整段长度小于0.5米时,准备第二回次钻进;
 - 第六步:记录第二回次钻进进尺长度 L_2 ,并投入卡条取岩心;
 - 第七步:测量第六步中取出的岩心的长度 M_2 ,并计算岩心采取率 M_2/L_2 ,若采取率低于70%,则再次下入钻具捞出残留的岩心;
 - 第八步:观察第六步和/或第七步所取得的岩心的层面裂隙、构造裂隙发育情况,记录裂隙发育段深度 H_{21} - H_{22} ;
 - 第九步:测量岩心完整段长度,
 - 9.1当岩心完整段长度大于0.5米时,
 - 9.1.1记录岩心完整段深度 J_{21} - J_{22} ,
 - 9.1.2将止水器固定于钻杆的下端,并将止水器的充水胶囊通过高压软管与试压泵相连,然后通过钻机将止水器放置于钻孔中,并使止水器的充水胶囊位于第二回次钻进中 J_{21} - J_{22} 的中间部位;
 - 9.1.3试压泵对充水胶囊进行充水加压;
 - 9.1.4加压达到指定压力后,每隔5min测定钻杆内的水头值和钻杆外的混合水位值,直至管内的水头值稳定,记录此时管内的水头值 Y_2 和管外的混合水位值 Z_2 ;
 - 9.1.5卸压,取出止水器,准备第三回次钻进;
 - 9.2当岩心完整段长度小于0.5米时,准备第三回次钻进;
 - 第十步,重复进行第六步到第九步的操作,逐一测定每一回次的岩心采取率 M_i/L_i 、裂隙发育段深度 H_{i1} - H_{i2} 、岩心完整段深度 J_{i1} - J_{i2} 、管内水头值 Y_i 和管外混合水位值 Z_i ,直至钻探结束;
取得的数据有:
 - 不同深度下,管内的水头值 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 \dots 、 Y_i 、 \dots 、 Y_n ;
 - 不同深度下,管外的混合水位值 Z_2 、 Z_3 、 \dots 、 Z_i 、 \dots 、 Z_n ;
 - 第十一步,根据测定的不同深度的管内水头值 Y_i 和管外混合水位值 Z_i 绘制不同深度的水头值曲线,并判断不同深度地下水的承压特性,类型;
 - 第十二步,沿着平面地下水流向依次选取至少一个钻探点,并依次在选取的钻探点上重复进行第一步到第十一步的操作;
 - 第十三步,结合地下水补给、径流方向、岩石及含水层空间分布和所测得的各个钻探点的不同深度的水头值 Y_i 绘制地下水系统流网图;

第十四步,根据地下水系统流网图,计算不同深度的水力梯度和水动力条件;

第十五步:根据不同钻探点上不同深度岩心层面裂隙、构造裂隙的发育情况确定不同钻探点的隔水层的分布位置,进而判定不同钻探点的不同深度之间的水力联系;

第十六步,在各个钻探点的钻孔中下入水质监测仪,按照回次进尺2米的间隔测定孔内的PH、电导率和温度至孔底,并与每一回次的测压水头值 Y_i 比对,确认并验证地下水系统流网图绘制的合理性。

2. 根据权利要求1所述的一种基岩裂隙地下水系统流网探究方法,其特征在于:测定每一回次提钻后的混合水位 T_i 和下一回次下钻前的混合水位 X_i ,并比较 X_i 和 T_i 对裂隙发育情况的判定进行辅助验证。

3. 根据权利要求1所述的一种基岩裂隙地下水系统流网探究方法,其特征在于:在每一次下入止水器进行水头测定之前,下入水泵至指定深度,并向外抽水,直至水质变清。

4. 根据权利要求1所述的一种基岩裂隙地下水系统流网探究方法,其特征在于:在下入止水器进行水头测试时,当充水胶囊位于深度100m以浅时加压至1.1MPa,当充水胶囊位于100-200m之间的深度时加压至2.1MPa,当充水胶囊位于200-300m之间的深度时加压至3.1MP,当充水胶囊位于300-400m之间的深度时加压至4.1MPa,当充水胶囊位于400-500m之间的深度时加压至5.1Mpa。

5. 根据权利要求1所述的一种基岩裂隙地下水系统流网探究方法,其特征在于:采用回转钻井法进行钻探。

6. 根据权利要求5所述的一种基岩裂隙地下水系统流网探究方法,其特征在于:钻探时采用的钻头直径为127mm或168mm。

7. 根据权利要求1所述的一种基岩裂隙地下水系统流网探究方法,其特征在于:第十步中钻探结束的条件是打穿含水层。

一种基岩裂隙地下水系统流网探究方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地下水科学与工程领域,具体地说是一种用于探究脆性基岩地层中裂隙地下水系统流网的探究方法。

背景技术

[0002] 人类的生活、生产离不开水资源,地下水的大规模开采利用及许多水文地质问题治理,往往需要查明地下水渗流场特征、绘制区域地下水系统流网图才能解决这些问题。传统的地下水系统流网图一般都是借助数值模拟、或解析法求解、或室内实验等方法绘制示意图,现有方法不仅需要投入大量的勘探工作才能取得相关资料数据,而且绘制的流网图仅仅是与实际存在误差的示意图。

[0003] 存在主要缺陷:一是数值模拟和解析法是通过概化水文地质条件求解获取,计算流网必需的水文地质参数其本身就是一计算值,往往会出现数量级的误差,故理论计算所得的流网仅仅是一种示意图,有很大的不确定性;二室内实验受时间尺度和空间尺度制约,室内实验法的尺度效应巨大,尤其是室内物理实验,目前尚无法仿真野外非均质的裂隙含水系统,故室内实验法脱离大自然实际条件。

发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明提供了一种基岩裂隙地下水系统流网探究方法,该方法基于基岩地区水文地质勘探的基础上,在钻井的同时,测定每一个钻探孔的逐一回次进尺之后的测压水头,取得勘探孔内不同深度的测压水头值观测数据,进而绘制地下水流网,分析计算不同深度的地下水径流强度,丰富了水文地质学的勘察技术方法,且保证了最终得到的地下水流网的准确性。

[0005] 本发明解决其技术问题所采取的技术方案是:

[0006] 一种基岩裂隙地下水系统流网探究方法,包括以下步骤,

[0007] 第一步:根据需要选取一钻探点进行钻探,且每一回次进尺大于0.5米小于2米;

[0008] 第二步:记录第一回次钻进进尺长度 L_1 ,并投入卡条取岩心;

[0009] 第三步:测量第二步中取出的岩芯的长度 M_1 ,并计算岩心采取率 M_1/L_1 ,若采取率低于70%,则再次下入钻具捞出残留的岩心;

[0010] 第四步:观察第二步和/或第三步所取得的岩心的层面裂隙、构造裂隙发育情况,记录裂隙发育段深度 H_{11} - H_{12} ;

[0011] 第五步:测量岩心完整段长度,

[0012] 5.1当岩心完整段长度大于0.5米时,记录岩心完整段的深度 J_{11} - J_{12} ,准备第二回次钻进;

[0013] 5.2当岩心完整段长度小于0.5米时,准备第二回次钻进;

[0014] 第六步:记录第二回次钻进进尺长度 L_2 ,并投入卡条取岩心;

[0015] 第七步:测量第六步中取出的岩芯的长度 M_2 ,并计算岩心采取率 M_2/L_2 ,若采取率

低于70%，则再次下入钻具捞出残留的岩心；

[0016] 第八步：观察第六步和/或第七步所取得的岩心的层面裂隙、构造裂隙发育情况，记录裂隙发育段深度H21-H22；

[0017] 第九步：测量岩心完整段长度，

[0018] 9.1当岩心完整段长度大于0.5米时，

[0019] 9.1.1记录岩心完整段深度J21-J22，

[0020] 9.1.2将止水器固定于钻杆的下端，并将止水器的充水胶囊通过高压软管与试压泵相连，然后通过钻机将止水器放置于钻孔中，并使止水器的充水胶囊位于第二回次钻进中J21-J22的中间部位；

[0021] 9.1.3试压泵对充水胶囊进行充水加压；

[0022] 9.1.4加压达到指定压力后，每隔5min测定钻杆内的水头值和钻杆外的混合水位值，直至管内的水头值稳定，记录此时管内的水头值Y2和管外的混合水位值Z2；

[0023] 9.1.5卸压，取出止水器，准备第三回次钻进；

[0024] 9.2当岩心完整段长度小于0.5米时，准备第三回次钻进；

[0025] 第十步，重复进行第六步到第九步的操作，逐一测定每一回次的岩心采取率 M_i/L_i 、裂隙发育段深度 $H_{i1}-H_{i2}$ 、岩心完整段深度 $J_{i1}-J_{i2}$ 、管内水头值 Y_i 和管外混合水位值 Z_i ，直至钻探结束；

[0026] 取得的数据有：

[0027] 不同深度下，管内的水头值 $Y_1、Y_2、Y_3、\dots、Y_i、\dots、Y_n$ ；

[0028] 不同深度下，管外的混合水位值 $Z_2、Z_3、\dots、Z_i、\dots、Z_n$ ；

[0029] 第十一步，根据测定的不同深度的管内水头值 Y_i 和管外混合水位值 Z_i 绘制不同深度的水头值曲线，并判断不同深度地下水的承压特性，类型；

[0030] 第十二步，沿着平面地下水流向依次选取至少一个钻探点，并依次在选取的钻探点上重复进行第一步到第十一步的操作；

[0031] 第十三步，结合地下水补给、径流方向、岩石及含水层空间分布和所测得的各个钻探点的不同深度的水头值 Y_i 绘制地下水系统流网图；

[0032] 第十四步，根据地下水系统流网图，计算不同深度的水力梯度和水动力条件；

[0033] 第十五步：根据不同钻探点上不同深度岩心层面裂隙、构造裂隙的发育情况确定不同钻探点的隔水层的分布位置，进而判定不同钻探点的不同深度之间的水力联系；

[0034] 第十六步，在各个钻探点的钻孔中下入水质监测仪，按照回次进尺2米的间隔测定孔内的PH、电导率和温度至孔底，并与每一回次的测压水头值 Y_i 比对，确认并验证地下水系统流网图绘制的合理性。

[0035] 进一步地，测定每一回次提钻后的混合水位 T_i 和下一回次下钻前的混合水位 X_i ，并比较 X_i 和 T_i 对裂隙发育情况的判定进行辅助验证。

[0036] 进一步地，在每一次下入止水器进行水头测定之前，下入水泵至指定深度，并向外抽水，直至水质变清。

[0037] 进一步地，在下入止水器进行水头测试时，当充水胶囊位于深度100m以浅时加压至1.1MPa，当充水胶囊位于100-200m之间的深度时加压至2.1MPa，当充水胶囊位于200-300m之间的深度时加压至3.1MP，当充水胶囊位于300-400m之间的深度时加压至4.1MPa，当

充水胶囊位于400-500m之间的深度时加压至5.1Mpa。

[0038] 进一步地,采用回转钻井法进行钻探。

[0039] 进一步地,钻探时采用的钻头直径为127mm或168mm。

[0040] 进一步地,第十步中钻探结束的条件是打穿含水层。

[0041] 本发明的有益效果是:

[0042] 1、以钻孔内不同深度的实测水头值为依据,不需要对地质条件进行人为的概化,不存在计算误差,完全消除以往数值计算或室内实验的误差,精度可靠,取得的成果符合野外实际,具有科学性。

[0043] 2、可借助已开展的地质钻孔、或水文地质、或工程地质钻探工作开展水位观测,无需投入专项地下水流网勘察,节约了时间、提高效率,具有较高技术经济性。

[0044] 3、原理科学、方法简单、拆卸方便、易操作,数据容易获取,具有较强的实用性。

附图说明

[0045] 图1为进行水头测试时的结构示意图;

[0046] 图2为第一钻探点的水头值曲线;

[0047] 图3为地下水系统流网图。

[0048] 图中:1-试压泵,2-高压软管,3-止水器,31-充水胶囊,4-钻杆,5-水位测试仪,51-探头。

具体实施方式

[0049] 一种基岩裂隙地下水系统流网探究方法,包括以下步骤:

[0050] 第一步:根据实际研究工作的需要选取一钻探点,然后采用回转钻井法进行钻探,且每一回次进尺大于0.5米小于2米。钻头直径可以选择127mm或168mm作为一种具体实施方式,本实施例中所述的钻头采用127mm的。

[0051] 第二步:第一回次钻进结束后,记录第一回次钻进进尺长度L1,并投入卡条取岩心。

[0052] 第三步:测量第二步中取出的岩芯的长度M1,并计算岩心采取率,即M1/L1,若采取率低于70%,则再次下入钻具捞出残留的岩心,然后提钻,并通过水位测试仪5和探头51测定提钻后的混合水位T1。

[0053] 第四步:观察第二步和/或第三步所取得的岩心,并观察岩心的层面裂隙、构造裂隙发育情况,记录裂隙发育段深度H11-H12;

[0054] 第五步:测量岩心完整段长度,

[0055] 5.1当岩心完整段长度大于0.5米时,记录岩心完整段的深度J11-J12,并通过水位测试仪5和探头51测定此时孔内的混合水位X1,然后比较X1和T1,对第四步中的裂隙发育情况的判定进行辅助验证,然后准备第二回次钻进;

[0056] 5.2当岩心完整段长度小于0.5米时,直接通过水位测试仪5和探头51测定此时孔内的混合水位X1,然后比较X1和T1,对第四步中的裂隙发育情况的判定进行辅助验证,然后准备第二回次钻进。

[0057] 由于提钻和下一次下钻之间的时间间隔至少为两个小时,若存在裂隙发育段,则

X1和T1之间的必然会存在差异,即X1大于T1。若不存在裂隙发育段,则X1和T1之间理论上应该相等,从而对第四步中的裂隙发育情况的判定进行辅助验证。

[0058] 第六步:进行第二回次钻进,记录第二回次钻进进尺长度L2,并投入卡条取岩心。

[0059] 第七步:测量第六步中取出的岩芯的长度M2,并计算岩心采取率,即 $M2/L2$,若采取率低于70%,则再次下入钻具捞出残留的岩心,然后提钻,并通过水位测试仪5和探头51测定提钻后的混合水位T2。

[0060] 第八步:观察第六步和/或第七步所取得的岩心,并观察岩心的层面裂隙、构造裂隙发育情况,记录裂隙发育段深度H21-H22。

[0061] 第九步:测量岩心完整段长度,

[0062] 9.1当岩心完整段长度大于0.5米时,

[0063] 9.1.1记录岩心完整段深度J21-J22,然后将水泵下到第二回次钻进中J21-J22的中间部位,然后用水泵向外抽水,直至水质变清。

[0064] 这主要是因为是在钻探过程中会产生岩粉,岩粉会堵塞脆性岩石的裂隙、孔隙,岩粉堵塞脆性岩石的裂隙与孔隙后,造成水力联系减弱,孔内水位变化不灵敏,得到的水位数据有误差。通过水泵向外抽水,使裂隙水在外渗的过程中对堵塞的裂隙与孔隙进行冲刷,保证得到数据的准确性。

[0065] 9.1.2将止水器3固定于钻杆4的下端,并将止水器3的充水胶囊31通过高压软管2与试压泵1相连,然后通过钻机将止水器3放置于钻孔中,并使止水器3的充水胶囊31位于第二回次钻进中J21-J22的中间部位。

[0066] 作为一种具体实施方式,本实施例中所述止水器3的上端通过焊接的方式固定设置有一螺套,所述钻杆4的下端设置有外螺纹,所述的螺套通过螺纹与所述钻杆4的下端固定连接。在这里所述的止水器属于现有技术,在此不再赘述。作为一种具体实施方式,本实施例中所述的止水器采用河北宇通特种胶管有限公司生产的ZFA64-2型水利地质工程用止水器。

[0067] 9.1.3试压泵1对充水胶囊31进行充水加压。当充水胶囊31位于深度100m以浅时加压至1.1MPa,当充水胶囊31位于100-200m之间的深度时加压至2.1MPa,当充水胶囊31位于200-300m之间的深度时加压至3.1MP,当充水胶囊31位于300-400m之间的深度时加压至4.1MPa,当充水胶囊31位于400-500m之间的深度时加压至5.1Mpa,以此类推。

[0068] 9.1.4加压达到指定压力后,每隔5min测定钻杆4内的水头值和钻杆4外的混合水位值,直至管内的水头值稳定,即连续30分钟管内水头值变幅不超过2mm,记录此时管内的水头值Y2和管外的混合水位值Z2。

[0069] 9.1.5卸压,取出止水器3,并通过水位测试仪5和探头51测定此时孔内的混合水位X2,然后比较X2和T2,对第八步中的裂隙发育情况的判定进行辅助验证,然后准备第三回次钻进。

[0070] 9.2当岩心完整段长度小于0.5米时,直接通过水位测试仪5和探头51测定此时孔内的混合水位X2,然后比较X2和T2,对第八步中的裂隙发育情况的判定进行辅助验证,然后准备第三回次钻进。

[0071] 第十步,重复进行第六步到第九步的操作,逐一测定每一回次的岩心采取率 M_i/L_i 、提钻后的混合水位 T_i 、下钻前的混合水位 X_i 、裂隙发育段深度 $H_{i1}-H_{i2}$ 、岩心完整段深度

Ji1-Ji2、管内水头值Yi和管外混合水位值Zi,直至钻探结束。

[0072] 取得的数据有:

[0073] 不同深度下,提钻后的混合水位T1、T2、T3、…、Ti、…、Tn;

[0074] 不同深度下,下钻前的混合水位X1、X2、X3、…、Xi、…、Xn;

[0075] 不同深度下,管内的水头值Y1、Y2、Y3、…、Yi、…、Yn;

[0076] 不同深度下,管外的混合水位值Z2、Z3、…、Zi、…、Zn;

[0077] 由于Y1测的是水头值,X1测的是混合水位,当钻进到裂隙段时,钻孔内开始出水,此时的水头就是水位,所以在里所述的Y1等于X1。随着钻探的深入,打穿的裂隙段数量越来越多,Xi为打穿的所有裂隙段的混合水位,Yi为某一裂隙段的水头,所以两者以后都不相等。

[0078] 另外所述钻探结束的条件是打穿含水层。

[0079] 第十一步,根据测定的不同深度的管内水头值Yi和管外混合水位值Zi绘制第一钻探点的水头值曲线,如图2所示,并通过绘制的第一钻探点的水头值曲线判断第一钻探点不同深度地下水的承压特性,类型。

[0080] 第十二步,沿着平面地下水流向依次选取至少一个钻探点,并依次在选取的钻探点上重复进行第一步到第十一步的操作。

[0081] 作为一种具体实施方式,本实施例中选取两处钻探点,即第一钻探点和第二钻探点。

[0082] 第十三步,结合地下水补给、径流方向、岩石及含水层空间分布和所测得的第一钻探点和第二钻探点的不同深度的水头值绘制地下水系统流网图,如图3所示。

[0083] 第十四步,根据地下水系统流网图,计算不同深度的水力梯度和水动力条件。

[0084] 由达西公式 $Q = KAJ = KA \frac{\Delta H}{L}$,可推导出 $\frac{Q}{K} = A \frac{\Delta H}{L}$,由于Q、K是未知数,但是 $\frac{Q}{K}$

比值是常数,可以采用 $\frac{Q}{K}$ 表征径流强度的大小变化。

[0085] 式中,Q为两条流线之间的径流量 m^3/s ;

[0086] A为流线之间单位宽度断面面积 m^2 ;

[0087] ΔH 为等水头线之间的测压水头差 m ;

[0088] L为两条等水头线之间的间距 m ;

[0089] K为径流带的渗透系数 m ;

[0090] 第十五步:根据不同钻探点上不同深度岩心层面裂隙、构造裂隙的发育情况确定不同钻探点的隔水层的分布位置,进而判定不同钻探点的不同深度之间的水力联系,为基岩裂隙地下水的人工补源、矿区水害防治、裂隙水开发、裂隙水污染防控等问题提供科学依据。

[0091] 第十六步,在各个钻探点的钻孔中下入便携式MANTA多参数水质监测仪,按照回次进尺2米的间隔测定孔内的PH、电导率和温度至孔底,并将测定的PH、电导率和温度与每一回次的测压水头值Yi比对,进一步确认并验证地下水系统流网图绘制的合理性。

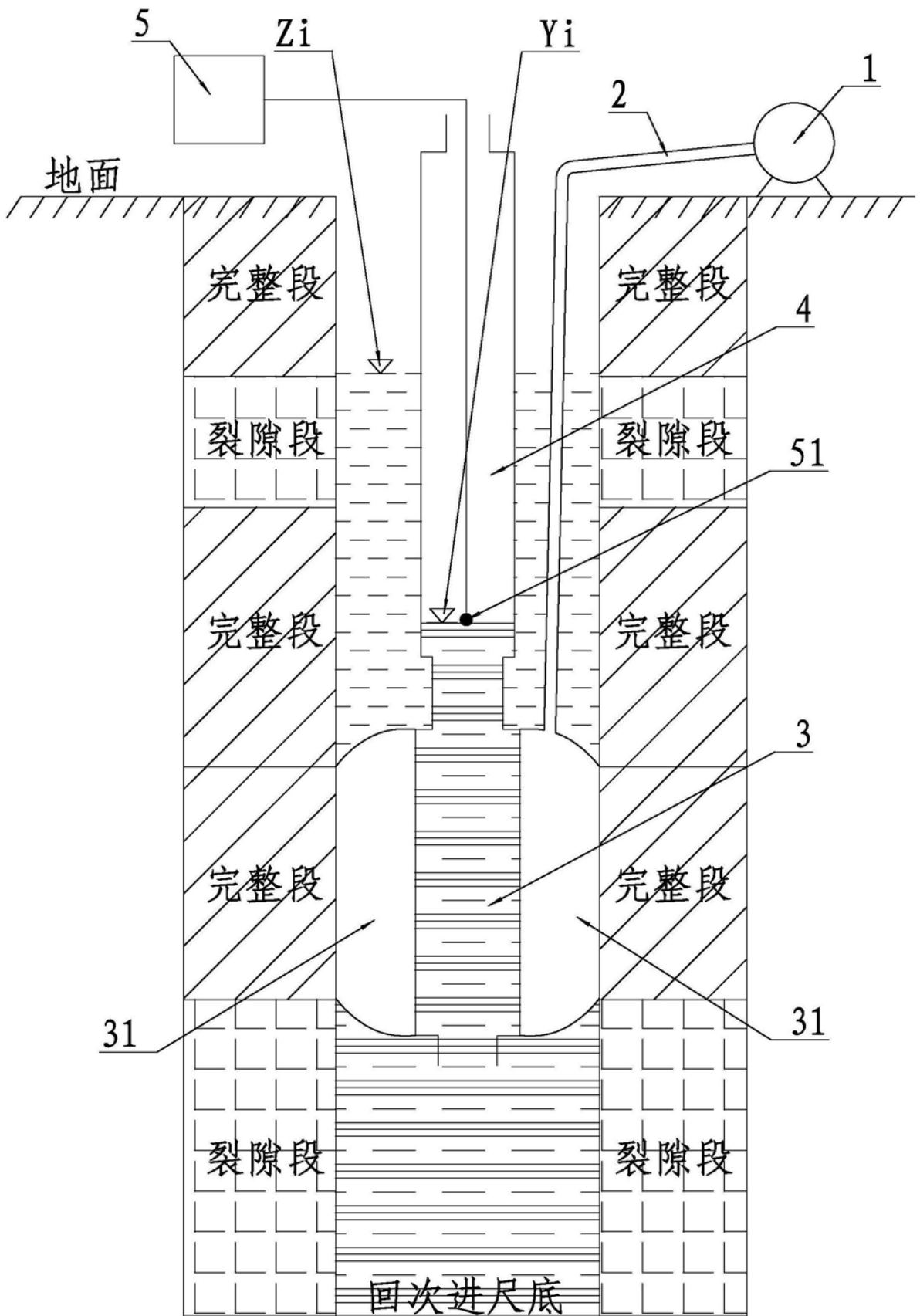


图1

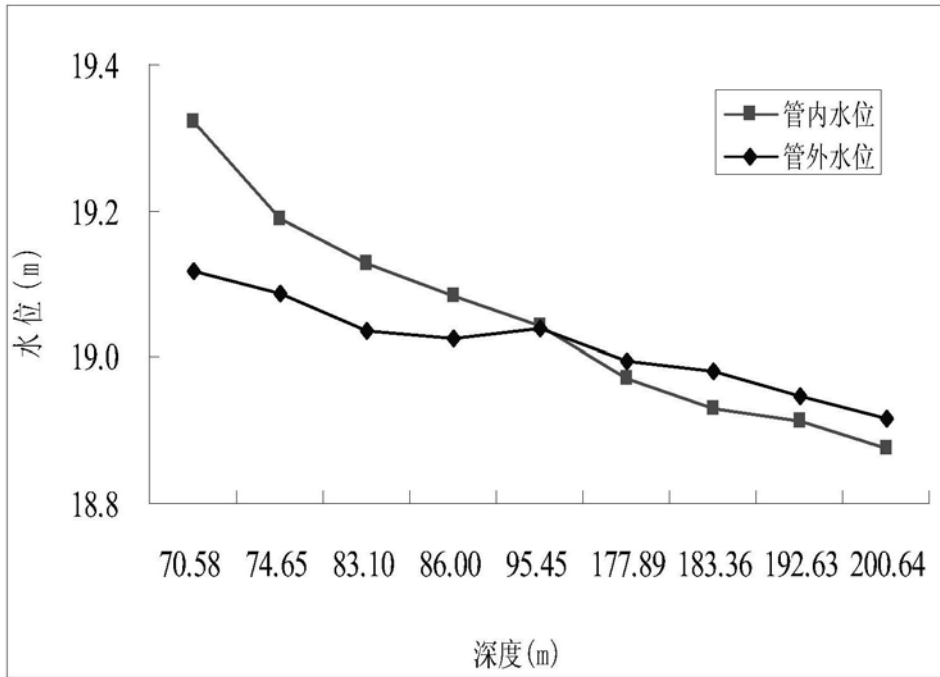


图2

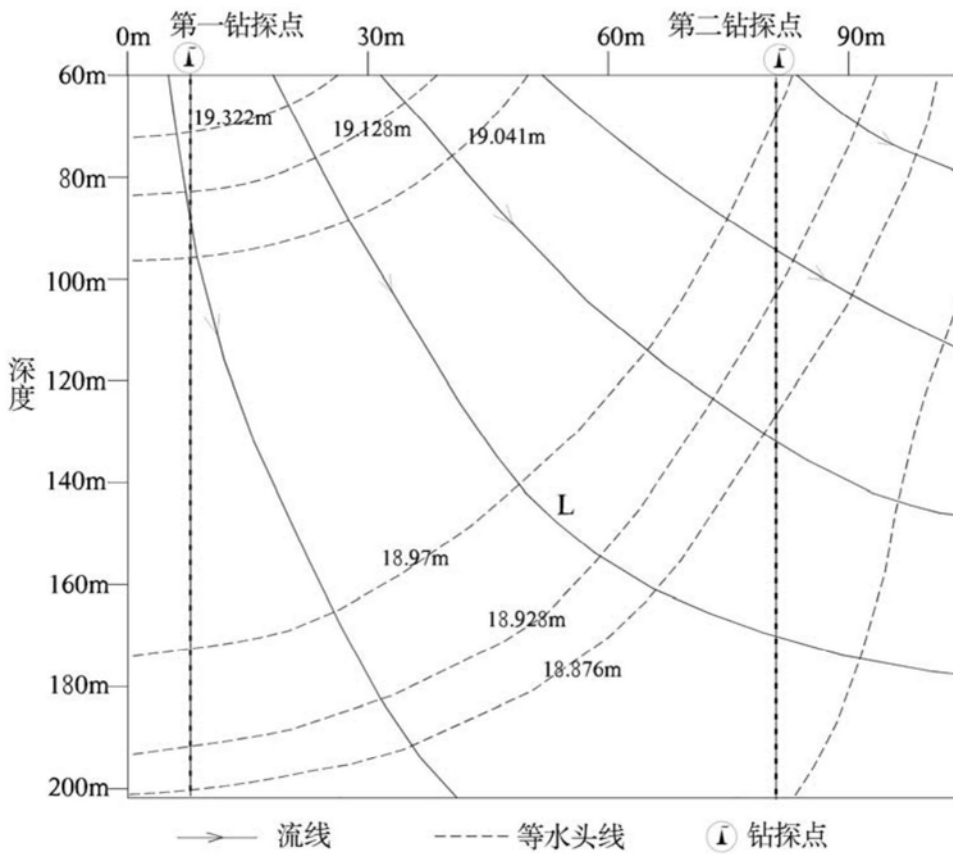


图3