



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111946333 A

(43) 申请公布日 2020. 11. 17

(21) 申请号 202010628221.9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2020.07.02

E21B 49/00 (2006.01)

E21B 47/047 (2012.01)

E21D 5/04 (2006.01)

(71) 申请人 临沂矿业集团菏泽煤电有限公司
地址 274700 山东省菏泽市郓城县东溪路
中段

申请人 安徽理工大学 安徽建筑大学
安徽省煤田地质局第一勘探队

(72) 发明人 李存禄 秦晓强 周忠建 赵仁宝
端木令蒙 程桦 许光泉 姚直书
彭世龙 张海涛 余大有 孙家应
荣传新 王晓健 蔡海兵 李华

(74) 专利代理机构 北京五洲洋和知识产权代理
事务所(普通合伙) 11387

代理人 刘春成 徐丽娜

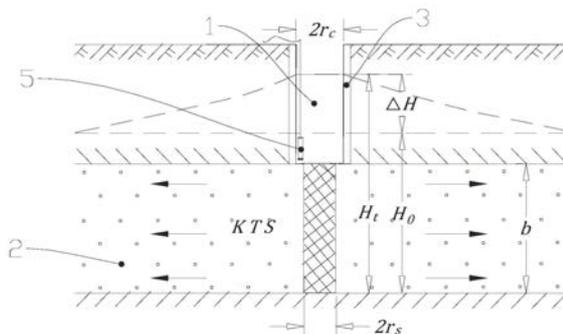
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易
测试与求解方法

(57) 摘要

本发明提供一种帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法,所述方法包括如下步骤:1) 钻孔并对所述孔进行洗井;2) 观测所述孔的初始水位,确定所述初始水位 H_0 ;3) 启动所述水位传感器;4) 将具有固定体积的物体放入所述孔内的水中;5) 根据所述步骤3) 中设置的观测时间的间隔观测所述孔内的水位,直至水位恢复至所述初始水位 H_0 时,试验结束;6) 根据所述步骤5) 中观测的水位计算钻孔水位降深值 s ,利用水位降深值 s 及对应的观测时间 t 求解水文地质参数。本发明通过观测钻孔水位随时间恢复的规律,与标准曲线拟合确定该钻孔附近水文地质参数。为注浆帷幕工程的参数设计及施工提供更可靠的依据。



1. 一种帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法, 其特征在于, 所述方法包括如下步骤:

1) 钻孔并对所述孔进行洗井, 在所述含水层的位置处放置滤管, 在非含水层的位置处放置套管;

2) 观测所述孔的初始水位, 确定所述初始水位 H_0 ;

3) 启动所述水位传感器, 设置观测时间的间隔, 将所述水位传感器放入所述孔内的水中, 然后再进行稳定水位观测;

4) 将具有固定体积的物体放入所述孔内的水中;

5) 根据所述步骤3) 中设置的观测时间的间隔观测所述孔内的水位, 直至水位恢复至所述初始水位 H_0 时, 试验结束;

6) 根据所述步骤5) 中观测的水位计算钻孔水位降深值 s , 利用水位降深值 s 及对应的观测时间 t 求解水文地质参数。

2. 根据权利要求1所述的帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法, 其特征在于, 所述步骤6) 中, 水文地质参数按照下列公式的计算过程如下:

$$T = r_c^2 / t \quad (1)$$

$$K = T / b \quad (2)$$

$$S = (r_c^2 / r_s^2) / \alpha \quad (3)$$

S 为贮水系数; K 为渗透系数; b 为含水层的厚度; t 为时间, 注水瞬时为起始时间, $t=0$; T 为导水系数; r_s 为滤管的半径; r_c 为套管的半径。

3. 根据权利要求1所述的帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法, 其特征在于,

在所述步骤3) 中, 观测时间的间隔为1秒钟、5分钟、和/或10分钟。

4. 根据权利要求1所述的帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法, 其特征在于,

在所述步骤3) 中, 将所述水位传感器完全淹没在水中, 所述水位传感器与水表面之间的距离 $\geq 5\text{m}$ 。

5. 根据权利要求1所述的帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法, 其特征在于,

在所述步骤4) 中, 固定体积的物体为水、装满水的箱或者重物。

6. 根据权利要求1所述的帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法, 其特征在于,

在所述步骤5) 中, 先每5分钟观测一次水位, 连续观测30分钟; 然后每隔10分钟观测一次水位。

7. 根据权利要求1所述的帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法, 其特征在于,

在所述步骤1) 中, 所述孔的孔径为190mm, 所述滤管的孔径为 $139.7 \pm 6.2\text{mm}$ 。

8. 根据权利要求1所述的帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法, 其特征在于,

在所述步骤1)中,用清水对所述孔进行洗井,洗井时间不小于24小时。

9.根据权利要求1所述的帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法,其特征在于,

在所述步骤6)中,利用配线法拟合求解水文地质参数。

10.根据权利要求1所述的帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法,其特征在于,

在所述步骤4)中,将所述固定体积的物体放入所述孔内的水中后,所述孔内水位的上升幅度小于25m。

帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑工程技术领域,特别涉及一种井筒偏斜的帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法。

背景技术

[0002] 立井井筒作为煤矿安全生产的“咽喉要道”,不仅是运输煤炭资源的“主通道”,而且还是井下工作人员与地面连接的“生命枢纽”。自1987年徐州市张双楼煤矿副井井筒发生首起厚松散层立井井筒偏斜劈裂事故以来,我国华东地区,如徐淮等矿区相继发生百余起类似的井筒偏斜破裂事故,严重威胁矿井安全生产,并造成巨大的经济损失。为确保立井井筒安全,目前广泛使用帷幕注浆的方法来加固井筒及围岩,增强其力学强度和抗剪能力。在帷幕注浆前,需要对注浆层位的水文地质参数进行简易试验和分析,从而为后期注浆参数(如注浆压力、注浆量等)的合理设计提供重要参考。在许多工程中,抽水试验往往是确定含水层水文地质参数的常用方法,然而在止水帷幕前进行大降深抽水试验,往往会引起地下水渗流场和地层应力场的较大波动,诱发注浆帷幕的“二次破坏”。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法,用于某煤矿立井井筒的新近系底部含水层的帷幕注浆工程。目的是在注浆帷幕条件下,提供一种简单、方便、可靠的试验方法,通过注水或放重物方式引起钻孔周围水位突变,求解预注浆层位的水文地质参数,为注浆帷幕工程的参数设计及施工提供更可靠的依据。

[0004] 为了实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0005] 1.一种帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法,所述方法包括如下步骤:

[0006] 1) 钻孔并对所述孔进行洗井,在所述含水层的位置处放置滤管,在非含水层的位置处放置套管;

[0007] 2) 观测所述孔的初始水位,确定所述初始水位 H_0 ;

[0008] 3) 启动所述水位传感器,设置观测时间的间隔,将所述水位传感器放入所述孔内的水中,然后再进行稳定水位观测;

[0009] 4) 将具有固定体积的物体放入所述孔内的水中;

[0010] 5) 根据所述步骤3)中设置的观测时间的间隔观测所述孔内的水位,直至水位恢复至所述初始水位 H_0 时,试验结束;

[0011] 6) 根据所述步骤5)中观测的水位计算钻孔水位降深值 s ,利用水位降深值 s 及对应的观测时间 t 求解水文地质参数。

[0012] 进一步地,在上述的方法中,所述步骤6)中,水文地质参数按照下列公式的计算过程如下:

$$[0013] \quad T=r_c^2/t \quad (1)$$

$$[0014] \quad K=T/b \quad (2)$$

$$[0015] \quad S=(r_c^2/r_s^2)/\alpha \quad (3)$$

[0016] S为贮水系数;K为渗透系数;b为含水层的厚度;t为时间,注水瞬时为起始时间,t=0;T为导水系数;r_s为滤管的半径;r_c为套管的半径。

[0017] 进一步地,在上述的方法中,在所述步骤3)中,观测时间的间隔为1秒钟、5分钟、和/或10分钟。

[0018] 进一步地,在上述的方法中,在所述步骤3)中,将所述水位传感器完全淹没在水中,所述水位传感器与水表面之间的距离≥5m。

[0019] 进一步地,在上述的方法中,在所述步骤4)中,固定体积的物体为水、装满水的箱或者重物。

[0020] 进一步地,在上述的方法中,在所述步骤5)中,先每5分钟观测一次水位,连续观测30分钟;然后每隔10分钟观测一次水位。

[0021] 进一步地,在上述的方法中,在所述步骤1)中,所述孔的孔径为190mm,所述滤管的孔径为139.7±6.2mm。

[0022] 进一步地,在上述的方法中,在所述步骤1)中,用清水对所述孔进行洗井,洗井时间不小于24小时。

[0023] 进一步地,在上述的方法中,在所述步骤6)中,利用配线法拟合求解水文地质参数。

[0024] 进一步地,在上述的方法中,在所述步骤4)中,将所述固定体积的物体放入所述孔内的水中后,所述孔内水位的上升幅度小于25m。

[0025] 分析可知,本发明公开一种帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法,通过瞬时向钻孔注入一定水量或放重物引起水位突然变化,观测钻孔水位随时间恢复的规律,与标准曲线拟合确定该钻孔附近水文地质参数。为注浆帷幕工程的参数设计及施工提供更可靠的依据。本发明方法简洁、实用,具有很强的应用价值,便于广泛推广。

附图说明

[0026] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。其中:

[0027] 图1为本发明一实施例钻孔注水(重物)试验的原理图;

[0028] 图2为本发明一实施例钻孔水位降深曲线拟合图。

[0029] 附图标记说明:1孔;2含水层;3套管;4滤管;5水位传感器;

[0030] H₀初始水位;H_t为在t时间的水位;水位降深值s=H_t/H₀;t=0时水位最高为H_{max};△H=H_{max}-H₀;r_s为滤管半径;r_c为套管半径;

[0031] →箭头所示方向为水的流向。

具体实施方式

[0032] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。各个示例通过本发明的解释的

方式提供而非限制本发明。实际上,本领域的技术人员将清楚,在不脱离本发明的范围或精神的情况下,可在本发明中进行修改和变型。例如,示为或描述为一个实施例的一部分的特征可用于另一个实施例,以产生又一个实施例。因此,所期望的是,本发明包含归入所附权利要求及其等同物的范围内的此类修改和变型。

[0033] 在本发明的描述中,术语“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明而不是要求本发明必须以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。本发明中使用的术语“相连”、“连接”、“设置”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接;可以是直接相连,也可以通过中间部件间接相连;可以是有线电连接、无线电连接,也可以是无线通信信号连接,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

[0034] 如图1至图2所示,所附附图中示出了本发明的一个或多个示例。根据本发明的实施例,提供了一种帷幕注浆条件下含水层水文地质参数简易测试与求解方法,所述方法包括如下步骤:

[0035] 1) 钻孔1并对孔1进行洗井,在含水层2的位置处放置滤管4,在非含水层2的位置处放置套管3。孔的孔径为190mm,滤管4的孔径为 139.7 ± 6.2 mm。

[0036] 新近系底部的含水层2岩性从上到下依次为含砂质黏土(厚4.25m)、粗砂(厚18.0m)、中砂(厚5.85m)、黏土砂砾(厚4.40m),含水层2的总厚度为32.5m。滤管4的高度应与含水层2的厚度相当,以保证试验效果,所以将滤管4在含水层2内的高度设置为32.5m。

[0037] 在步骤1)中,用清水对孔1进行洗井,洗井时间不小于24小时,比如洗井24小时、25小时、26小时、27小时、28小时等。洗井时间大于等于24小时可以确保将井壁周围的杂质冲洗干净,不会因为孔隙中存在杂质而影响试验效果。

[0038] 2) 观测孔1的初始水位,确定初始水位 H_0 ,测量初始水位 H_0 的准确数值。

[0039] 3) 启动水位传感器5,设置观测时间的间隔,将水位传感器5放入孔1内的水中,然后再进行稳定水位观测。水位传感器5可选择DIVER地下水水位自动监测仪(荷兰生产),启动DIVER水位传感器5,设置观测时间间隔为1秒钟、5分钟、和/或10分钟。根据现场实际情况:如果水位变化快,则观测时间间隔应短,一般在早期,即观测开始时;如果相比于观测开始时的水位变化变慢,则观测时间间隔可以加长,一般在中期和晚期。将设置好的DIVER水位传感器5完全淹没在水中,水位传感器5与水表面之间的距离 ≥ 5 m,然后再进行稳定水位观测。

[0040] 4) 将具有固定体积的物体放入孔1内的水中;

[0041] 在步骤4)中,固定体积的物体为水、装满水的箱或者重物,水是指直接将固定体积的水注入孔1中、箱或者重物能够完全淹没在水中。比如箱的容积箱为20L,箱内注满清水20L,然后把注满清水的20L容积的箱一次性注入孔1中;将具有固定体积的物体放入孔1内水中的瞬时, $t=0$ 时水位最高为 H_{\max} 。 ΔH 为注水或放重物瞬时的水位变化,即最大水位差,注水完成时的水位减去原来的静止水位(初始水位 H_0)的绝对值; $\Delta H = H_{\max} - H_0$ 。

[0042] 将固定体积的物体放入孔1内的水中后,考虑到水位传感器的量程和精度问题,孔1内水位的上升幅度应小于25m并且最好大于10m,即 $10\text{m} < \Delta H < 25\text{m}$,保证水位传感器能够精确测量水位的上升幅度。将 ΔH 设置为大于10m,可以延长孔内的水位恢复至初始水位 H_0

的时间,增加拟合图线所需的点数,提高拟合图线的准确性。

[0043] 孔1内水位的上升幅度根据箱或者重物的体积、套管3半径 r_c 计算,设箱或者重物的体积为 V , $V=\pi \times r_c^2 \times \Delta H$,得 V 应小于 $\pi \times r_c^2 \times 25\text{m}$ 、应大于 $\pi \times r_c^2 \times 10\text{m}$,即 $\pi \times r_c^2 \times 10\text{m} < V < \pi \times r_c^2 \times 25\text{m}$ 。

[0044] 5) 根据步骤3)中设置的观测时间的间隔观测孔1内的水位,直至水位恢复至初始水位 H_0 时,试验结束;

[0045] 可根据步骤3)中设置的观测时间的间隔观测水位,比如间隔1秒钟观测一次水位,也可以间隔5分钟观测一次水位。

[0046] 在步骤5)中,可以先每1秒钟观测一次水位,也可以先每5分钟观测一次水位,连续观测30分钟;然后每隔10分钟观测一次水位。观测开始时水位变化快,观测时间间隔为5分钟;一般连续观测30分钟后水位变化开始变慢,则观测时间间隔可以加长,观测时间间隔为10分钟,10分钟的观测时间间隔可持续至结束。1秒钟观测一次水位适用于渗透性强的地层,如松散孔隙含水层;5分钟观测一次水位适用于渗透性较弱的地层,如基岩裂隙含水层。

[0047] 6) 根据步骤5)中观测的水位计算钻孔1水位降深值 s ,利用水位降深值 s 及对应的观测时间 t 求解水文地质参数。

[0048] 步骤6)中,水文地质参数按照下列公式的计算过程如下:

[0049] 水位降深值 $s=H_t/H_0$, H_t 为在 t 时间的水位,

[0050] 将具有固定体积的物体放入孔1内水中的瞬时, $t=0$ 时水位最高为 H_{\max} , $\Delta H=H_{\max}-H_0$,

[0051] $H_t=H_0F(\alpha, \beta)$ (1)

[0052] $\alpha = \frac{r_s^2 S}{r_c^2}$ (2)

[0053] $\beta = \frac{Kbt}{r_c^2}$ (3)

[0054] $F(\alpha, \beta) = \frac{8\alpha}{\pi^2} \int_0^{+\infty} \frac{\exp(-\beta u^2 / \alpha)}{uf(u, \alpha)} du$ (4)

[0055] $u = \frac{r^2 S}{4Tt}$ (5)

[0056] $T=r_c^2/t$ (6)

[0057] $K=T/b$ (7)

[0058] $S = (r_c^2/r_s^2)/\alpha$ (8)

[0059] 其中:公式(4) du 是 u 的微分;公式(5)这用于解释 u 与 r, S, T, t 之间的函数关系; H_0 为初始水位,初始水位 H_0 在套管3内,如图1所示; H_t 为在 t 时间的水位,是时间的函数; S 为贮水系数; K 为渗透系数; b 为含水层2的厚度; t 为时间,注水瞬时为起始时间, $t=0$; T 为导水系数; r_s 为滤管4的半径; r_c 为套管3的半径。

[0060] 在步骤6)中,利用配线法拟合求解水文地质参数,拟合图线如图2所示,横轴为 t ,

纵轴为 $(H_t - H_0) / \Delta H$ 。

[0061] 实施例1

[0062] 如图1所示,本实施例提供一种帷幕注浆条件下含水层2水文地质参数简易测试与求解方法,用于某煤矿立井井筒的新近系底部含水层2帷幕注浆工程。钻孔1的直径190mm,滤管4的直径 139.7 ± 6.2 mm,滤管4在新近系底部含水层2长度32.5m。新近系底部含水层2岩性从上到下依次为含砂质黏土(厚4.25m)、粗砂(厚18.0m)、中砂(厚5.85m)、黏土砂砾(厚4.40m),总厚度为32.5m。

[0063] 1) 用清水对该钻孔1进行洗井工作,洗井时间28小时;

[0064] 2) 观测孔1的初始水位 H_0 为-111.47m,并确定初始水位位置,初始水位 H_0 在滤管4内;

[0065] 3) 启动DIVER水位传感器5,设置观测时间间隔为1秒钟/次,将设置好的DIVER水位传感器5放入孔1内并完全淹没在水中以下5m,然后再进行稳定水位观测;

[0066] 4) 先把固定容积的箱注满清水400L,然后把箱连同清水(共400L)一次性注入孔1中,根据 $V = \pi \times r_c^2 \times \Delta H$,得 ΔH 为 $0.4 \div (3.14 \times 0.095^2) \approx 14$ 米;

[0067] 5) 利用DIVER水位传感器5每1秒钟观测一次钻孔1水位,直至水位恢复至初始水位-111.47m时试验结束,总用时15分钟;

[0068] 6) 将试验期间观测的钻孔1水位降深值 s 及对应时间 t 输入相关软件,比如AquiferTest软件,利用配线法(如图2)拟合求解新近系底部含水层2水文地质参数,得渗透系数 $K = 0.00229$ m/d、导水系数 $T = 0.074$ m²/d、储水系数 $S = 1.83 \times 10^{-6}$ 。得出的渗透系数 K 、导水系数 T 、储水系数 S 为拟合值。

[0069] 从以上的描述中,可以看出,本发明上述的实施例实现了如下技术效果:

[0070] 本发明所述的方法为注浆帷幕工程的参数设计及施工提供更可靠的依据。本发明方法简洁、实用、现场极易操作,具有很强的推广应用价值。

[0071] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

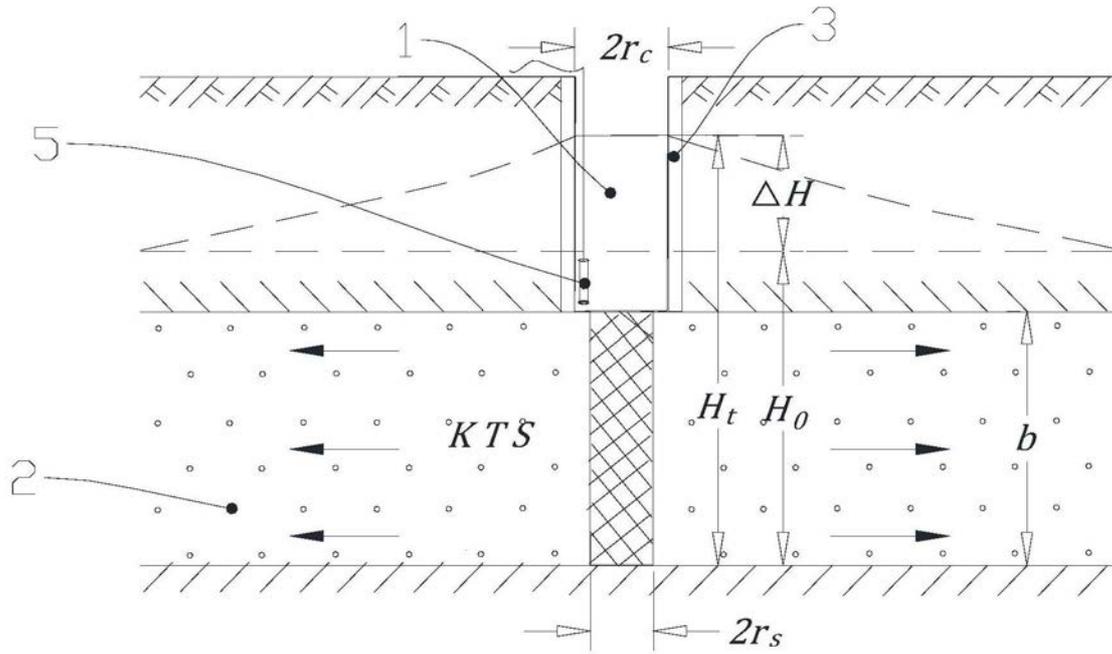


图1

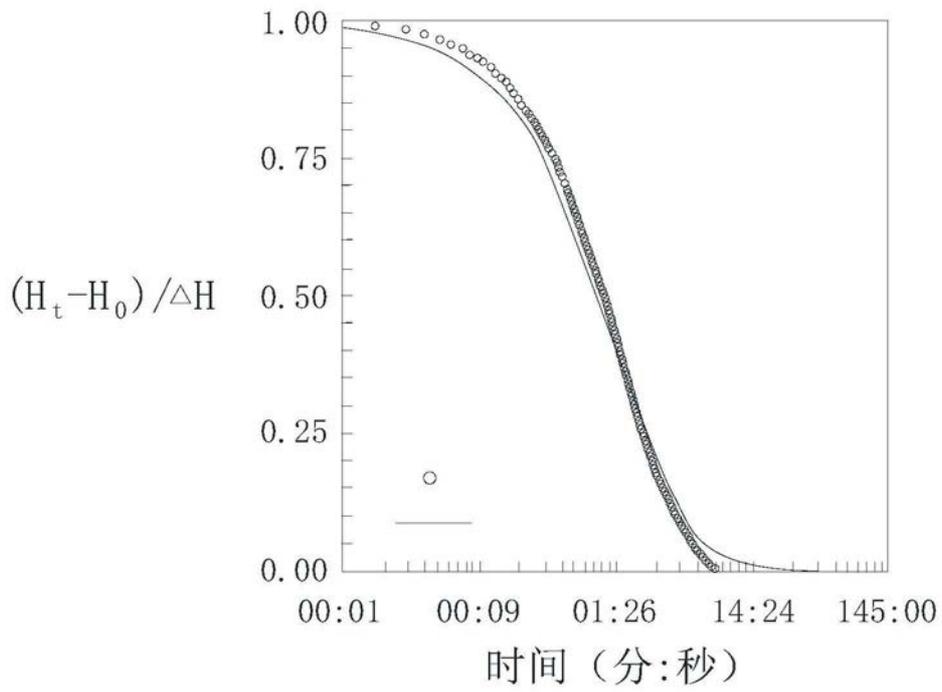


图2