



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108005682 A

(43)申请公布日 2018.05.08

(21)申请号 201710968726.8

(22)申请日 2017.10.16

(71)申请人 广州地铁设计研究院有限公司

地址 510000 广东省广州市越秀区环市西路204号

(72)发明人 农兴中 翟利华 王凌 柳宪东  
顾锋 阚少德 卢小莉 陈彦晖  
朱文彬 何冠鸿 袁泉 阳彬武  
黄子进 陈晓岚 韦永美 祝徐敏  
欧林夏

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 黄华莲 郝传鑫

(51)Int.Cl.

E21D 11/10(2006.01)

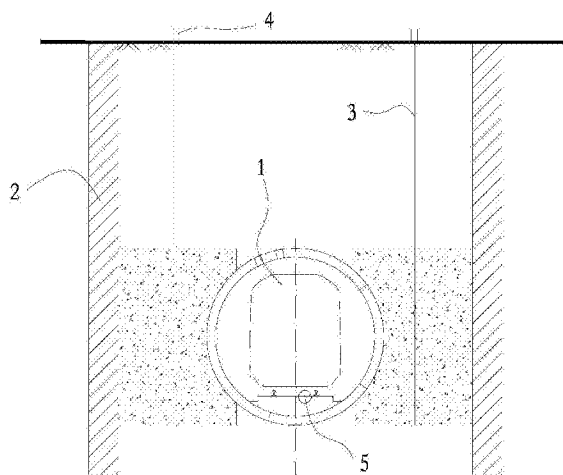
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种盾构隧道加固方法

(57)摘要

本发明提供了一种盾构隧道加固方法,包括以下步骤:在盾构隧道外侧形成搅拌桩;在搅拌桩与盾构隧道之间设置注浆孔,在注浆孔安装袖阀管,并将单向阀安装于袖阀管的上端;注浆孔与袖阀管外壁形成的间隙采用速凝水泥砂浆进行封堵;在注浆孔进行注浆,注浆完成后对注浆效果进行检查,对于不合格的地段进行补孔注浆。采用本发明技术方案的盾构隧道加固方法,对于盾构隧道的加固效果良好,且能避免隧道地层隆起,保证地铁轨道平稳性,进而保证地铁平稳运行。



1. 一种盾构隧道加固方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 在盾构隧道外侧形成搅拌桩;

2) 在所述搅拌桩与所述盾构隧道之间设置注浆孔,在所述注浆孔安装袖阀管,并将单向阀安装于所述袖阀管的上端;

3) 所述注浆孔与所述袖阀管外壁形成的间隙采用速凝水泥砂浆进行封堵;

4) 在所述注浆孔进行注浆,注浆完成后对注浆效果进行检查,对于不合格的地段进行补孔注浆。

2. 根据权利要求1所述的盾构隧道加固方法,其特征在于,步骤1)中形成搅拌桩的具体操作过程为:

1) 在所述盾构隧道外侧确定搅拌桩的位置及数量以及确定搅拌桩的桩位中心,并将搅拌机移动至所述桩位中心进行对中;

2) 调节所述搅拌机,使其主轴倾斜度不大于1%,启动所述搅拌机钻至设计深度;

3) 控制所述搅拌机进行旋挖及喷浆,此后搅拌机往返施工,直至形成所述搅拌桩。

3. 根据权利要求2所述的盾构隧道加固方法,其特征在于,所述搅拌机的具体操作过程为:

在所述搅拌机旋挖下沉的同时开启喷浆泵,当下沉到设计深度后,关闭所述喷浆泵,将所述搅拌机搅拌提升至桩体顶部,接着将所述搅拌机旋挖至桩底,此后开启所述喷浆泵,将所述搅拌机喷浆搅拌提升到所述桩体顶部,形成所述搅拌桩。

4. 根据权利要求1所述的盾构隧道加固方法,其特征在于,在所述搅拌桩成型和注浆过程中发现水泥浆液发生沉淀或离析现象时,使用搅拌机对所述水泥浆液进行二次搅拌。

5. 根据权利要求1所述的盾构隧道加固方法,其特征在于,步骤3)中封堵区域为所述间隙由地面至地面以下1m-1.5m的范围内。

6. 根据权利要求1所述的盾构隧道加固方法,其特征在于,在开始注浆之前,进行压水试验,选择合适的注浆参数,所述注浆参数包括注浆量、注浆时间和注浆压力。

7. 根据权利要求1所述的盾构隧道加固方法,其特征在于,在注浆过程中对隧道的沉降、变形及应力增量进行监测并记录数据。

8. 根据权利要求7所述的盾构隧道加固方法,其特征在于,在对注浆过程进行监测如发现如下任一情况时,减少注浆压力或者停止注浆:

a、注浆过程中出现裂缝;

b、隧道拱顶的变形量超过1mm;

c、地表的沉降超过10mm或者地表隆起超过2mm;

d、环管片的应力增量突变。

9. 根据权利要求1所述的盾构隧道加固方法,其特征在于,在步骤4)中采取分段式注浆,注浆步距选取0.6m~1m,在注浆过程中,压力升高或达到注浆量时,将所述袖阀管向上移动一个所述注浆步距的长度。

10. 根据权利要求1所述的盾构隧道加固方法,其特征在于,在步骤4)中检查注浆效果的具体方法为以下任意一种:

a、分析法:对注浆记录进行统计分析,通过分析注浆量、终压值和稳压时间判断注浆效果;

b、注水试验法：利用水泵或者水柱自重，将清水压入钻孔试验段，计算所述试验段的透水率 $A$ ， $A \leq 10 \text{Lu}$ 即为合格；

c、钻孔检查法：注浆结束后28天后，在拱腰两侧各取一个检测孔，于所述检测孔测得无侧限抗压强度 $B$ ， $B \geq 0.15 \text{MPa}$ 即为合格。

## 一种盾构隧道加固方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及盾构隧道的加固领域,具体涉及一种盾构隧道加固方法。

### 背景技术

[0002] 广州地铁一号线黄沙~长寿路区间为盾构隧道区间,项目施工的基坑和桩基础紧邻车站及区间隧道。自2011年1月份以来,发现下行在K5+400~K5+483隧道顶部10点~12点位(面向黄沙站)处管片纵向裂纹较多,个别管片上裂纹达4条,大多数裂纹贯穿整块管片,最大裂纹宽度约接近0.58mm;上行在K5+411~K5+480处12点~3点位(面朝黄沙站)处管片大多数有纵向裂纹,裂纹部位大致与下行线呈镜像分布。其中K5+440处12点~1点位管片开裂的较为严重,最大裂纹宽度约0.5mm。上行裂缝共72条,下行裂缝53条,共计125条。由于黄长区间已经处于严重损伤状态,为了保证地铁一号线的运营和乘客生命财产安全,急需找到一种加固方法,从而对隧道侧边地层进行加固处理。

[0003] 现有的加固方法采用水泥搅拌桩加固,水泥搅拌桩是指以水泥浆作为加固材料,用压缩空气将其喷入地基土层中,凭借钻头在原位与土强制性搅拌并充分混合,形成整体性强、水稳定性好、强度较高的柱体,这种加固体作为竖向承载力与原地基土共同作用成复合地基。然而采用这种加固方式需要大量的水泥浆,施工周期较长,而搅拌桩只能整体性地加固地层,对于盾构隧道的加固效果不够好,此外,过多的搅拌桩会使得地层发生隆起,影响隧道的整体性,导致隧道内地铁轨道不平整,从而影响地铁的平稳运行。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于,提供一种盾构隧道加固方法,该盾构隧道加固方法对于盾构隧道的加固效果良好,能缩短施工周期,且能避免隧道地层隆起,保证地铁轨道平稳性,进而保证地铁平稳运行。

[0005] 基于此,本发明提出了一种盾构隧道加固方法,包括以下步骤:

[0006] 1) 在盾构隧道外侧形成搅拌桩;

[0007] 2) 在所述搅拌桩与所述盾构隧道之间设置注浆孔,在所述注浆孔安装袖阀管,并将单向阀安装于所述袖阀管的上端;

[0008] 3) 所述注浆孔与所述袖阀管外壁形成的间隙采用速凝水泥砂浆进行封堵;

[0009] 4) 在所述注浆孔进行注浆,注浆完成后对注浆效果进行检查,对于不合格的地段进行补孔注浆。

[0010] 进一步地,步骤1)中形成搅拌桩的具体操作过程为:

[0011] 1) 在所述盾构隧道外侧确定搅拌桩的位置及数量以及确定搅拌桩的桩位中心,并将搅拌机移动至所述桩位中心进行对中;

[0012] 2) 调节所述搅拌机,使其主轴倾斜度不大于1%,启动所述搅拌机钻至设计深度;

[0013] 3) 控制所述搅拌机进行旋挖及喷浆,此后搅拌机往返施工,直至形成所述搅拌桩。

[0014] 进一步地,所述搅拌机的具体操作过程为:

[0015] 在所述搅拌机旋挖下沉的同时开启喷浆泵,当下沉到设计深度后,关闭所述喷浆泵,将所述搅拌机搅拌提升至桩体顶部,接着将所述搅拌机旋挖至桩底,此后开启所述喷浆泵,将所述搅拌机喷浆搅拌提升到所述桩体顶部,形成所述搅拌桩。

[0016] 进一步地,在所述搅拌桩成型和注浆过程中发现水泥浆液发生沉淀或离析现象时,使用搅拌机对所述水泥浆液进行二次搅拌。

[0017] 进一步地,步骤3)中封堵区域为所述间隙由地面至地面以下1m—1.5m的范围内。

[0018] 进一步地,在开始注浆之前,进行压水试验,选择合适的注浆参数,所述注浆参数包括注浆量、注浆时间和注浆压力。

[0019] 进一步地,在注浆过程中对隧道的沉降、变形及应力增量进行监测并记录数据。

[0020] 进一步地,在对注浆过程进行监测如发现如下情况时,减少注浆压力或者停止注浆:

[0021] a、注浆过程中出现裂缝;

[0022] b、隧道拱顶的变形量超过1mm;

[0023] c、地表的沉降超过10mm或者地表隆起超过2mm;

[0024] d、所述环管片的应力增量突变。

[0025] 进一步地,在步骤4)中采取分段式注浆,注浆步距选取0.6m~1m,在注浆过程中,压力升高或达到注浆量时,将所述袖阀管向上移动一个所述注浆步距的长度。

[0026] 进一步地,在步骤4)中检查注浆效果的具体方法为以下任意一种:

[0027] a、分析法:对注浆记录进行统计分析,通过分析注浆量、终压值和稳压时间判断注浆效果;

[0028] b、注水试验法:利用水泵或者水柱自重,将清水压入钻孔试验段,计算所述试验段的透水率A, $A \leq 10Lu$ 即为合格;

[0029] c、钻孔检查法:注浆结束后28天后,在拱腰两侧各取一个检测孔,于所述检测孔测得无侧限抗压强度B, $B \geq 0.15MPa$ 即为合格。

[0030] 实施本发明实施例,具有如下有益效果:

[0031] 1、该盾构隧道加固方法采用搅拌桩加固盾构隧道两侧后,在盾构隧道和搅拌桩之间进行压密注浆,而压密注浆是将浆液注入土体,可以减少施工周期,且其需要较少的浆液,从而减少施工成本。通过搅拌桩加固和压密注浆相结合,使得盾构隧道的加固效果好,而减少搅拌桩的数量可避免隧道地层隆起,保证地铁轨道的平稳性,进而保证地铁平稳运行。

[0032] 2、搅拌桩采用多次重复搅拌及两次喷浆,该成型方法可使得浆液与土体充分拌合,搅拌桩稳定成型,保证其结构强度。

[0033] 3、在搅拌桩成型和注浆过程中发现水泥浆液发生沉淀或离析现象时,使用搅拌机对水泥浆液进行二次搅拌,避免造成其内部组成和结构不均匀的现象,由此保证搅拌桩及压密注浆后加固效果良好。

[0034] 4、在开始注浆之前,进行压水试验,根据压水水头、试段长度和稳定渗入水量,可以判定岩体透水性的强弱,由此进行选择注浆参数,保证注浆作业顺利进行。

[0035] 5、在注浆过程中对隧道的沉降、变形及应力增量进行监测并记录数据,以便于在施工过程中及时发现问题,也可为今后的作业提高作业指导,便于对注浆作业进行分析,注

浆过程中出现问题及时停止注浆或者减小注浆压力,进而保证注浆作业的安全性。

[0036] 6、采取分段式注浆,注浆步距选取0.6m~1m,在注浆过程中,压力升高或达到注浆量时,将袖阀管向上移动一个注浆步距的长度,由此使得注浆量足够且保证连续注浆,而稳定地移动距离可使得注浆后形成的结构更加稳定。

### 附图说明

[0037] 图1为本发明实施例盾构隧道加固的结构示意图。

[0038] 图中:1-盾构隧道,2-搅拌桩,3-袖阀管,4-单向阀,5-地铁轨道。

### 具体实施方式

[0039] 下面结合附图和实施例对本发明技术方案进一步说明:

[0040] 如图1所示,本实施例中的盾构隧道加固方法,包括以下步骤:

[0041] 1) 在盾构隧道1外侧形成搅拌桩2,由于此后会进行压密注浆,搅拌桩2的数量相应会减少;

[0042] 2) 在搅拌桩2与盾构隧道1之间设置注浆孔,在注浆孔安装袖阀管3,并将单向阀4安装于所述袖阀管3的上端,单向阀4使得注浆过程中浆液不会发生倒流,使得浆液顺利进入土体中,需要指出的是,本实施例中通过法兰将单向阀4与袖阀管3连接,法兰的结构简单且可使得单向阀4与袖阀管3连接紧凑,袖阀管3的底部下至注浆孔底,而袖阀管3的上端露出地面一段距离;

[0043] 3) 所述注浆孔与所述袖阀管3外壁形成的间隙采用速凝水泥砂浆进行封堵,由此防止在注浆过程中发生冒浆;

[0044] 4) 在所述注浆孔进行注浆,注浆完成后对注浆效果进行检查,对于不合格的地段进行补孔注浆,由此及时找到不合格地段并进行修补,使得施工顺利进行,需要指出的是,压密注浆是将浓稠的浆液注入土体,在土体中形成孔洞,随着压力升高,注浆量增大,孔穴扩张,并迫使周围土体中孔隙水压力上升,注浆完毕后的一段时间内,孔压将逐渐消散,周围土体被压密而强度提高,从而达到加固地基的目的。采用压密注浆可以减少施工周期,且需要较少的浆液,由此可减少施工成本,本实施例中所采用的注浆材料为试验确定,采用超细水泥、水泥浆或双液浆。需要指出的是,注浆施工结束后立即清洗所述袖阀管3,注浆机和搅拌机,防止浆液粘连在上述设备上,由此便于下一次作业的正常进行。

[0045] 基于以上技术方案,该盾构隧道加固方法采用搅拌桩2加固盾构隧道1两侧后,在盾构隧道1和搅拌桩2之间进行压密注浆,而压密注浆是将浆液注入土体,可以减少施工周期,且其需要较少的浆液,从而减少施工成本。通过搅拌桩2加固和压密注浆相结合,使得盾构隧道1的加固效果良好,而减少搅拌桩2的数量可避免隧道地层隆起,保证地铁轨道5的平稳性,进而保证地铁平稳运行。

[0046] 进一步地,步骤1)中形成搅拌桩2的具体操作过程为:

[0047] 1) 在盾构隧道1外侧确定搅拌桩2的位置及数量,确定搅拌桩2的桩位中心,并将搅拌机移动至所述桩位中心并进行对中;需要指出的是钻注浆孔的过程中需要勘测地底下的钢筋分布,可对注浆孔的位置进行微调,避开钢筋从而使得钻孔顺利;

[0048] 2) 调节搅拌机,使其主轴倾斜度不大于1%,启动所述搅拌机钻至设计深度,控制

主轴的倾斜度由此保证钻孔垂直,使得接下来搅拌桩2的施工更加便捷;

[0049] 3) 控制所述搅拌机进行旋挖及喷浆,此后搅拌机往返施工,直至形成所述搅拌桩2。

[0050] 进一步地,搅拌机的具体操作过程为:在搅拌机旋挖下沉的同时开启喷浆泵,使得搅拌机在下沉同时喷浆,使水泥浆通过喷浆泵喷入被搅动的土中,使水泥和土进行充分拌合,当下沉到设计深度后,关闭喷浆泵,将搅拌机搅拌提升至桩体顶部,接着将搅拌机旋挖至桩底,此过程不喷浆,搅拌机只是搅拌浆液且进一步疏导桩体,此后开启喷浆泵,将搅拌机喷浆搅拌提升到所述桩体顶部,形成搅拌桩2,施工完成过后关闭搅拌机,采用以上的施工方法可使得浆液与土体充分拌合,搅拌桩2稳定成型,保证其结构强度。需要指出的是,搅拌提升是指在搅拌机搅拌浆液的同时,将搅拌机由桩底向桩口提升。

[0051] 进一步地,在搅拌桩2成型和注浆过程中发现水泥浆液发生沉淀或离析现象时,使用搅拌机对水泥浆液进行二次搅拌,避免造成其内部组成和结构不均匀的现象,由此保证搅拌桩2及压密注浆后加固效果良好。

[0052] 进一步地,步骤3)中封堵区域为间隙由地面至地面以下1m—1.5m的范围内,在满足结构强度的前提下,有效减少施工成本。

[0053] 在本实施例中,在开始注浆之前,进行压水试验,选择合适的注浆参数,压水试验是用高压方式把水压入钻孔,根据岩体吸水量计算了解岩体裂隙发育情况和透水性的一种原位试验。压水试验是用专门的止水设备把一定长度的钻孔试验段隔离出来,然后用固定的水头向这一段钻孔压水,水通过孔壁周围的裂隙向岩体内渗透,最终渗透的水量会趋于一个稳定值。根据压水水头、试段长度和稳定渗入水量,可以判定岩体透水性的强弱。由此进行选择注浆参数,保证注浆作业顺利进行。进一步地,注浆参数包括注浆量、注浆时间和注浆压力。

[0054] 本实施例在注浆过程中对隧道的沉降、变形及应力增量进行监测并记录数据,以便于在施工过程中及时发现问题,也可为今后的作业提高作业指导,便于对注浆作业进行分析。进一步地,在对注浆过程进行监测如发现如下任一情况时,减少注浆压力或者停止注浆:

[0055] a、注浆过程中出现裂缝;

[0056] b、隧道拱顶的变形量超过1mm;

[0057] c、地表的沉降超过10mm或者地表隆起超过2mm;

[0058] d、环管片的应力增量突变。

[0059] 进一步地,在步骤4)中采取分段式注浆,注浆步距选取0.6m~1m,在注浆过程中,压力升高或达到注浆量时,将袖阀管3向上移动一个注浆步距的长度,由此使得注浆量足够且保证连续注浆,而稳定地移动距离可使得注浆后的形成的结构更加稳定。

[0060] 本实施例步骤4)中具体的检查方法为以下任一种:

[0061] a、分析法:对注浆记录进行统计分析,通过分析注浆量、终压值和稳压时间判断注浆效果;

[0062] b、注水试验法:利用水泵或者水柱自重,将清水压入钻孔试验段,计算所述试验段的透水率A,  $A \leq 10Lu$ 即为合格;

[0063] c、钻孔检查法:注浆结束后28天后,于拱腰两侧各取一个检测孔,于所述检测孔测

得无侧限抗压强度 $B$ ,  $B \geq 0.15\text{MPa}$ 即为合格。

[0064] 采用本发明实施例的盾构隧道加固方法,该盾构隧道加固方法采用搅拌桩2加固盾构隧道1两侧后,在盾构隧道1和搅拌桩2之间进行压密注浆,而压密注浆是将浆液注入土体,可以减少施工周期,且其需要较少的浆液,从而减少施工成本。通过搅拌桩2加固和压密注浆相结合,使得盾构隧道1的加固效果良好,而减少搅拌桩2的数量可避免隧道地层隆起,保证地铁轨道5的平稳性,进而保证地铁平稳运行。搅拌桩2采用多次重复搅拌及两次喷浆,该成型方法可使得浆液与土体充分拌合,搅拌桩2稳定成型,保证其结构强度。在搅拌桩2成型和注浆过程中发现水泥浆液发生沉淀或离析现象时,使用搅拌机对水泥浆液进行二次搅拌,避免造成其内部组成和结构不均匀的现象,由此保证搅拌桩2及压密注浆后加固效果良好。在开始注浆之前,进行压水试验,根据压水水头、试段长度和稳定渗入水量,可以判定岩体透水性的强弱,由此进行选择注浆参数,保证注浆作业顺利进行。在注浆过程中对隧道的沉降、变形及应力增量进行监测并记录数据,以便于在施工过程中及时发现问题,也可为今后的作业提高作业指导,便于对注浆作业进行分析,注浆过程中出现问题及时停止注浆或者减小注浆压力,进而保证注浆作业的安全性。采取分段式注浆,注浆步距选取 $0.6\text{m} \sim 1\text{m}$ ,在注浆过程中,压力升高或达到注浆量时,将袖阀管3向上移动一个注浆步距的长度,由此使得注浆量足够且保证连续注浆,而稳定地移动距离可使得注浆后形成的结构更加稳定。

[0065] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和替换,这些改进和替换也应视为本发明的保护范围。



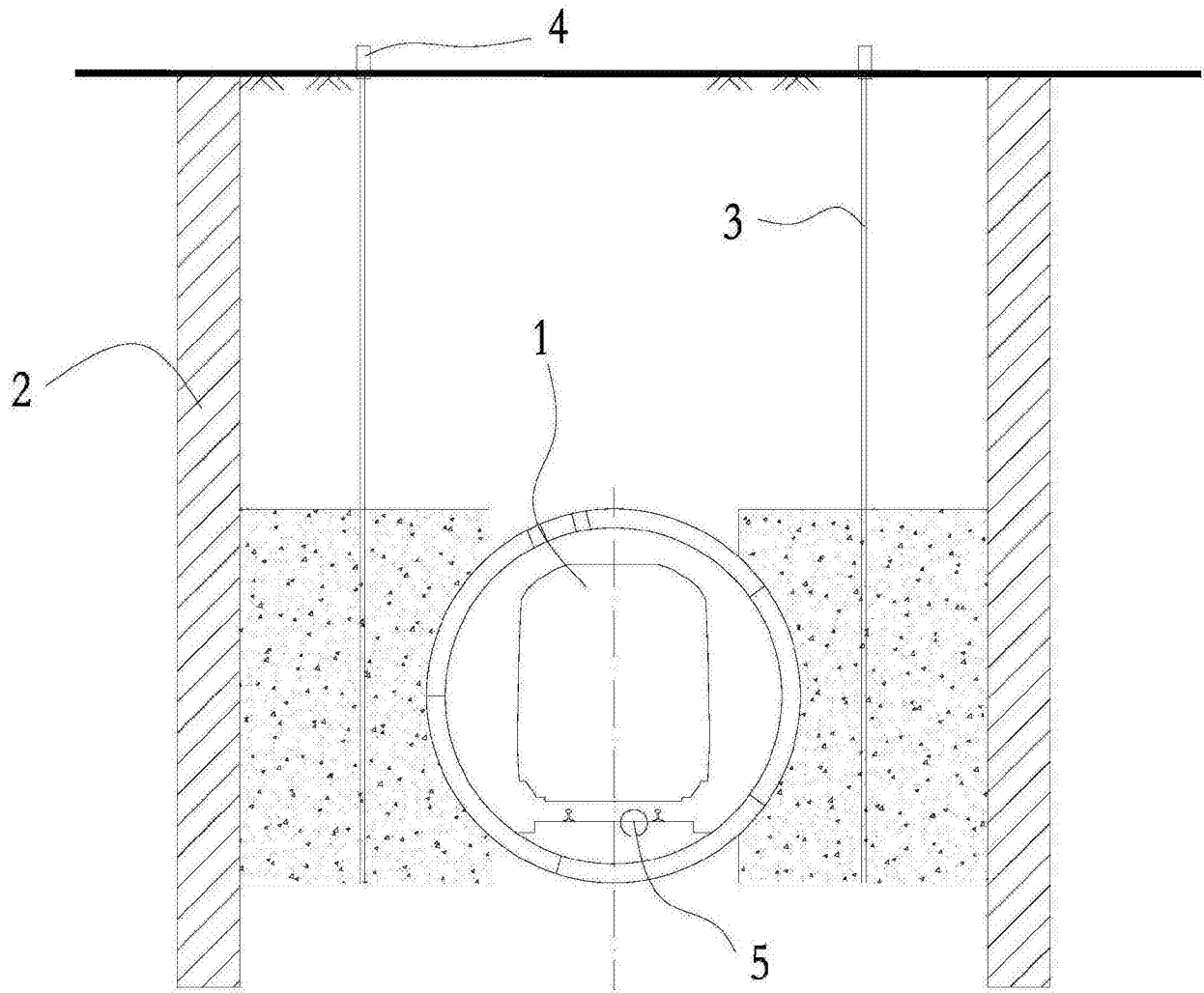


图1