



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116163802 A

(43) 申请公布日 2023.05.26

(21) 申请号 202211102906.5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.09.09

E21F 16/02 (2006.01)

E21F 17/18 (2006.01)

(71) 申请人 广西北投交通养护科技集团有限公司

地址 530201 广西壮族自治区南宁市良庆区金龙路2号广西能源大厦C、D座

申请人 西南交通大学  
成都扬华源动新材料科技有限公司

(72) 发明人 黄海峰 廖龙祥 吴春伟 骆俊晖  
蒋雅君 廖来兴 肖华荣 宁杰钧  
陈啸铭 刘耀凤 侯之瑶

(74) 专利代理机构 南宁东智知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 45117

专利代理师 黎华艳

权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法

(57) 摘要

本发明一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,基于纵向排水管中的水流量变化进行实时监测,监测方法简单有效,操作简单,方便掌握隧道排水系统健康状况,保证隧道安全;用强度等级不低于C25的混凝土材料回填第一法兰盘后部空间,能够保证回填部分的强度,避免被水冲刷后回填部分发生松动开裂等现象,保证了排水管堵塞状况监测的长期有效性;第一法兰盘的后部连接件长5cm,厚0.5cm,第二法兰盘的后部连接件长10cm,厚0.5cm,限定两法兰盘后部连接件的尺寸,能够有效防止水流突变影响监测结果,监测结果准确度更高。

1. 一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 检查隧道排水管:对隧道排水管进行完整度检查,确认排水管完整且无破损;

(2) 凿除混凝土:凿除纵向排水管入口周围的混凝土,将排水管局部暴露,得到第一法兰盘安装空间;

(3) 安装第一法兰盘:在步骤(2)所述的第一法兰盘安装空间安装第一法兰盘,使第一法兰盘的内壁与纵向排水管的外壁紧密相接;所述第一法兰盘的内径与纵向排水管的外径相同;

(4) 回填第一法兰盘后部空间:通过法兰盘预留的螺栓孔,用强度等级不低于C25的混凝土材料回填第一法兰盘后部空间,等混凝土材料硬结,再通过法兰盘预留的螺栓孔打孔,给后续连接螺栓留出空间;

(5) 安装第一流量计:在安装好的第一法兰盘远离纵向排水管一侧连接第一流量计,并固定;所述第一流量计测流管内径与纵向排水管内径相同;水流通过第一流量计得到数据 $Q_1$ ;

(6) 安装第二法兰盘:在所述第一流量计远离第一法兰盘的一侧上安装第二法兰盘;所述第二法兰盘的内径与纵向排水管的外径相同;

(7) 安装第二流量计:在安装第一流量计的纵向排水管下游的第一个检查孔中重复步骤(2)-步骤(6),分别安装第三法兰盘、第二流量计以及第四法兰盘;水流通过第二流量计得到数据 $Q_2$ ;

(8) 数据收集、计算及堵塞程度判断:

损失系数 $\Phi$ 的计算公式为:

$$\Phi = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

堵塞判断标准如下:

当损失系数 $\Phi < 0.2$ 时,纵向排水管正常工作,横向排水管堵塞,影响排水系统工作,应该立即处理;

当 $0.2 \leq \Phi < 0.3$ 时,纵向排水管正常工作,横向排水管可能堵塞,或者堵塞情况较轻,轻微影响排水管正常排水;

当 $0.3 \leq \Phi < 0.4$ 时,纵向排水管正常工作,横向排水管正常工作,排水系统正常工作;

当 $0.4 \leq \Phi < 0.5$ 时,横向排水管正常工作,纵向排水管可能堵塞,或者堵塞情况较轻,轻微影响排水管正常排水;

当损失系数 $\Phi \geq 0.5$ 时,横向排水管正常工作,纵向排水管堵塞,影响排水系统工作,应该立即处理。

2. 根据权利要求1所述的隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,其特征在于,所述的第一法兰盘安装空间为一个以纵向排水管圆心为几何中心的矩形空间,该矩形空间的深度在5cm以上、长度和宽度分别比纵向排水管的直径长4cm以上。

3. 根据权利要求1所述的隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,其特征在于,所述第一法兰盘的厚度为0.5cm,所述第一法兰盘的后部连接件长5cm,厚0.5cm,内径与第一法兰盘相同。

4. 根据权利要求1所述的隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,其特征在于,所述步骤

(4)中通过法兰盘预留的螺栓孔,用强度等级不低于C25的混凝土材料回填第一法兰盘后部空间,等3-7天,待混凝土材料硬结,再通过法兰盘预留的螺栓孔打孔,给后续连接螺栓留出空间。

5.根据权利要求1所述的隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,其特征在于,所述步骤(5)中将第一流量计的法兰盘与第一法兰盘对齐,在第一流量计的法兰盘与第一法兰盘之间垫上密封圈,通过螺栓将二者连接,并在流量计外部安装一个固定装置;所述第一流量计测流管内径与纵向排水管内径相同;水流通过第一流量计得到数据 $Q_1$ 。

6.根据权利要求1所述的隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,其特征在于,所述步骤(6)中在所述第一流量计远离第一法兰盘的一侧上安装第二法兰盘,所述第二法兰盘的厚度为0.5cm,所述第二法兰盘的后部连接件长10cm,厚0.5cm,内径与第二法兰盘相同。

7.根据权利要求1所述的隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,其特征在于,所述第三法兰盘的尺寸与第一法兰盘相同,所述第四法兰盘的尺寸与第二法兰盘相同。

8.根据权利要求1所述的隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,其特征在于,所述步骤(8)中数据收集、计算及堵塞程度判断:

8.1)通过流量计的流量计算流量损失,公式为:

$$Q = \frac{1}{K} \frac{UA}{Bd};$$

式中,K为修正系数,取0.8;U为测量流体横越磁场时所感生的电动势;A为管道横截面积;B为磁场强度;d为管道直径;

8.2)流量损失系数计算:

通过实验室模拟现场实际排水状况,测量对比纵向排水管、中央排水管入口和出口的排水量,得到一个损失系数 $\Phi$ ,损失系数与排水管道的各项几何参数有关,反映排水管中流量的损失程度; $\Phi$ 越大,则流量损失越大; $\Phi$ 越小,则流量损失越小;其通用式为 $\Phi = F(\mu, d, L, h, s)$ ,其中 $\mu$ 为排水管内壁粗糙程度,d为排水管直径,L为排水管长度,h为排水管坡度,s为水中杂物、结晶等比例;

最后得到 $\Phi$ 的计算公式:

$$\Phi = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1};$$

8.3)T型三通管模型的建立:建立T型三通管模型,入流为 $Q_1$ ,出流1为 $Q_2$ ,出流2为 $Q_3$ ,模拟实验得到T型三通管流量分配比例,入流流速在0.5~50m/s时, $Q_2$ 与 $Q_1$ 的比值在0.62~0.67; $Q_3$ 与 $Q_1$ 的比值在0.33~0.38;

8.4)堵塞判断:根据步骤8.3)得到的T型三通管模型模拟实验结果,加上流速、压力、管径、横向排水管数量、横向排水管间距等因素的影响,综合考虑,得到堵塞判断标准。

9.根据权利要求1所述的隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,其特征在于,所述第一流量计、第二流量计可用流速计代替。

10.根据权利要求1所述的隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,其特征在于,所述步骤(4)中混凝土材料的强度等级为C30。

## 一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及隧道排水系统的监测技术领域,具体涉及一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法。

### 背景技术

[0002] 隧道作为一种重要的交通运输通道,不管是缓解交通压力,还是让路网结构更趋于完善,它都有着不可估量的作用。随着交通日趋发达,我们生活中的隧道也越来越多。隧道在运营过程中,由于受到材料退化、地震、人为因素等影响会发生隧道主体结构的损坏和劣化。若不及时检修和维护,将会导致很大的破坏甚至坍塌,带来巨大的损失和社会危害。所以对运营期的隧道进行实时监测,及时高效的保证隧道主体结构的安全是必要的。

[0003] 现有隧道的监测项目只有常规监测项目,分为施工期监测和运营期监测。施工期选测项目具体包括使用土压力计监测围岩压力,使用钢筋计或应变计监测钢架内力,埋入应变计监测混凝土内力,使用应变计监测混凝土应变,使用应变计或钢筋计二次衬砌内力,使用土压力计监测初期支护与二次衬砌接触压力。除了以上施工期选测项目,施工期和运营期必测项目具体包括用激光测距仪监测拱顶沉降、隧道收敛,用裂缝计监测裂缝,用红外成像监测衬砌渗漏水等。

[0004] 不合理的是,排水系统作为隧道的一个重要组成部分,却从未有监测方案涉及到排水系统。这是因为排水系统属于隐蔽工程,监测难度大,监测环境差,所以目前未有针对排水系统的监测项目。但是排水系统对整个隧道安全具有非常重要的意义,一旦出现问题,就可能严重影响隧道通行。所以,我们需要对排水系统进行实时监测,掌握其健康状况。故我们在此提出本方案,实现对排水系统的监测,保证隧道安全。

[0005] 本监测方案是基于纵向排水管中的水流量变化进行监测。当纵向排水管未堵塞时,水流稳定,流通过程中损失较小;当纵向排水管发生堵塞时,水流通过横向排水管流出,则纵向排水管的水流损失较大。本方案简单有效,适用于岩溶地区隧道。地下水在岩溶地区丰富,对可溶性岩石(碳酸盐岩、石膏、岩盐等)进行化学溶蚀,并冲刷地下岩体,导致水中 $\text{Ca}^{2+}$ 等离子含量较高。水中 $\text{Ca}^{2+}$ 等离子容易与 $\text{CO}_2$ 气体产生难溶碳酸盐,析出的碳酸盐容易附着在排水管道与杂物上,最终引起排水管堵塞。其他地区可以根据实际情况更正使用。

### 发明内容

[0006] 针对现有技术的不足,本发明的目的是提供一种监测难度小,可操作性强,简单有效的隧道排水系统淤堵状况长期监测方法。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,包括以下步骤:

[0008] (1) 检查隧道排水管:对隧道排水管进行完整度检查,确认排水管完整且无破损;

[0009] (2) 凿除混凝土:凿除纵向排水管入口周围的混凝土,将排水管局部暴露,得到第一法兰盘安装空间;

[0010] (3) 安装第一法兰盘:在步骤(2)所述的第一法兰盘安装空间安装第一法兰盘,使第一法兰盘的内壁与纵向排水管的外壁紧密相接;所述第一法兰盘的内径与纵向排水管的外径相同;

[0011] (4) 回填第一法兰盘后部空间:通过法兰盘预留的螺栓孔,用强度等级不低于C25的混凝土材料回填第一法兰盘后部空间,等混凝土材料硬结,再通过法兰盘预留的螺栓孔打孔,给后续连接螺栓留出空间;

[0012] (5) 安装第一流量计:在安装好的第一法兰盘远离纵向排水管一侧连接第一流量计,并固定;所述第一流量计测流管内径与纵向排水管内径相同;水流通过第一流量计得到数据 $Q_1$ ;

[0013] (6) 安装第二法兰盘:在所述第一流量计远离第一法兰盘的一侧上安装第二法兰盘;所述第二法兰盘的内径与纵向排水管的外径相同;

[0014] (7) 安装第二流量计:在安装有第一流量计的纵向排水管下游的第一个检查孔中重复步骤(2)-步骤(6),分别安装第三法兰盘、第二流量计以及第四法兰盘;水流通过第二流量计得到数据 $Q_2$ ;

[0015] (8) 数据收集、计算及堵塞程度判断:

[0016] 损失系数 $\Phi$ 的计算公式为:

$$[0017] \quad \Phi = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

[0018] 堵塞判断标准如下:

[0019] 当损失系数 $\Phi < 0.2$ 时,纵向排水管正常工作,横向排水管堵塞,影响排水系统工作,应该立即处理;

[0020] 当 $0.2 \leq \Phi < 0.3$ 时,纵向排水管正常工作,横向排水管可能堵塞,或者堵塞情况较轻,轻微影响排水管正常排水;

[0021] 当 $0.3 \leq \Phi < 0.4$ 时,纵向排水管正常工作,横向排水管正常工作,排水系统正常工作;

[0022] 当 $0.4 \leq \Phi < 0.5$ 时,横向排水管正常工作,纵向排水管可能堵塞,或者堵塞情况较轻,轻微影响排水管正常排水;

[0023] 当损失系数 $\Phi \geq 0.5$ 时,横向排水管正常工作,纵向排水管堵塞,影响排水系统工作,应该立即处理。

[0024] 进一步地,所述的第一法兰盘安装空间为一个以纵向排水管圆心为几何中心的矩形空间,该矩形空间的深度在5cm以上、长度和宽度分别比纵向排水管的直径长4cm以上。

[0025] 进一步地,所述第一法兰盘的厚度为0.5cm,所述第一法兰盘的后部连接件长5cm,厚0.5cm,内径与第一法兰盘相同。

[0026] 进一步地,所述步骤(4)中通过法兰盘预留的螺栓孔,用强度等级不低于C25的混凝土材料回填第一法兰盘后部空间,等3-7天,待混凝土材料硬结,再通过法兰盘预留的螺栓孔打孔,给后续连接螺栓留出空间。

[0027] 进一步地,所述步骤(5)中将第一流量计的法兰盘与第一法兰盘对齐,在第一流量计的法兰盘与第一法兰盘之间垫上密封圈,通过螺栓将二者连接,并在流量计外部安装一个固定装置;所述第一流量计测流管内径与纵向排水管内径相同;水流通过第一流量计得

到数据 $Q_1$ 。

[0028] 进一步地,所述步骤(6)中在所述第一流量计远离第一法兰盘的一侧上安装第二法兰盘,所述第二法兰盘的厚度为0.5cm,所述第二法兰盘的后部连接件长10cm,厚0.5cm,内径与第二法兰盘相同。

[0029] 进一步地,所述第三法兰盘的尺寸与第一法兰盘相同,所述第四法兰盘的尺寸与第二法兰盘相同。

[0030] 进一步地,所述步骤(8)中数据收集、计算及堵塞程度判断:

[0031] 8.1)通过流量计的流量计算流量损失,公式为:

$$[0032] \quad Q = \frac{1}{K} \frac{UA}{Bd};$$

[0033] 式中,K为修正系数,取0.8;U为测量流体横越磁场时所感生的电动势;A为管道横截面积;B为磁场强度;d为管道直径;

[0034] 8.2)流量损失系数计算:

[0035] 通过实验室模拟现场实际排水状况,测量对比纵向排水管、中央排水管入口和出口的排水量,得到一个损失系数 $\Phi$ ,损失系数与排水管道的各项几何参数有关,反映排水管道中流量的损失程度; $\Phi$ 越大,则流量损失越大; $\Phi$ 越小,则流量损失越小;其通用式为 $\Phi = F(\mu, d, L, h, s)$ ,其中 $\mu$ 为排水管内壁粗超程度,d为排水管直径,L为排水管长度,h为排水管坡度,s为水中杂物、结晶等比例;

[0036] 最后得到 $\Phi$ 的计算公式:

$$[0037] \quad \Phi = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1};$$

[0038] 8.3)T型三通管模型的建立:建立T型三通管模型,入流为 $Q_1$ ,出流1为 $Q_2$ ,出流2为 $Q_3$ ,模拟实验得到T型三通管流量分配比例,入流流速在0.5~50m/s时, $Q_2$ 与 $Q_1$ 的比值在0.62~0.67; $Q_3$ 与 $Q_1$ 的比值在0.33~0.38;

[0039] 8.4)堵塞判断:根据步骤8.3)得到的T型三通管模型模拟实验结果,加上流速、压力、管径、横向排水管数量、横向排水管间距等因素的影响,综合考虑,得到堵塞判断标准。

[0040] 进一步地,所述第一流量计、第二流量计可用流速计代替。

[0041] 进一步地,所述步骤(4)中混凝土材料的强度等级为C30。

[0042] 本发明一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,由于地下水在岩溶地区丰富,对可溶性岩石(碳酸盐岩、石膏、岩盐等)进行化学溶蚀,并冲刷地下岩体,导致水中 $Ca^{2+}$ 等离子含量较高,水中 $Ca^{2+}$ 等离子容易与 $CO_2$ 气体产生难溶碳酸盐,析出的碳酸盐容易附着在排水管道与杂物上,最终引起排水管堵塞,本发明方法是基于纵向排水管中的水流量变化进行实时监测,监测方法简单有效,操作简单,方便掌握隧道排水系统健康状况,保证隧道安全。

[0043] 本发明一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,用强度等级不低于C25的混凝土材料回填第一法兰盘后部空间,能够保证回填部分的强度,避免被水冲刷后回填部分发生松动开裂等现象,保证了排水管堵塞状况监测的长期有效性;第一法兰盘的后部连接件长5cm,厚0.5cm,第二法兰盘的后部连接件长10cm,厚0.5cm,限定两法兰盘后部连接件的尺寸,能够有效防止水流突变影响监测结果,监测结果准确度更高。

## 附图说明

- [0044] 图1是本发明T型三通管模型图；
- [0045] 图2是本发明步骤(2)中凿除范围纵断面的结构示意图；
- [0046] 图3是本发明步骤(2)中凿除范围横断面的结构示意图；
- [0047] 图4是本发明法兰盘及连接件纵断面的结构示意图；
- [0048] 图5是本发明法兰盘及连接件横断面的结构示意图；
- [0049] 图6是本发明流量计及固定装置纵断面的结构示意图；
- [0050] 附图标记说明：11-混凝土凿除范围；2-纵向排水管；3-法兰盘；31-法兰盘连接件；32-螺栓孔；4-流量计；41-固定装置。

## 具体实施方式

[0051] 下面的实施例可以帮助本领域的技术人员更全面地理解本发明，但不可以以任何方式限制本发明。

[0052] 本发明一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法，所述第一流量计、第二流量计均可选用无线远传电磁流量计，无线远传电磁流量计采用特殊设计的传感器励磁系统，同时采用了16位嵌入式超微功耗处理器，进行全数字量信号处理，支持GPRS无线通讯，具有测量稳定、测量精度高，抗干扰能力强等优点，可保证排水管堵塞状况监测的长期有效性。

[0053] 本发明一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法，所述第一流量计、第二流量计可用流速计代替。

[0054] 本发明一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法，进行长期监测前，最好进行前期调查，调查内容包括：

[0055] ①进行检查孔的完整度检查，特别是纵向排水管出口处；

[0056] ②利用地质雷达扫描等设备对纵向排水管的完整度进行检查，确认纵向排水管是否存在破损；

[0057] ③查阅隧道地质详勘报告，确认纵向排水管周围的工程地质及水文地质情况；

[0058] ④调研当地气象情况，了解当地降雨等气候条件。

[0059] 本发明一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法，用强度等级不低于C25的混凝土材料回填第一法兰盘后部空间，具体地，所述步骤(4)中混凝土材料的强度等级为C30，当然也可选用更高强度等级的混凝土材料回填第一法兰盘后部空间。

[0060] 本发明一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法，法兰盘预留的螺栓孔的大小可根据实际需要进行选定。

[0061] 实施例1

[0062] 一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法，包括以下步骤：

[0063] (1)检查隧道排水管：利用地质雷达扫描等设备对隧道排水管进行完整度检查，确认排水管完整且无破损；若是隧道排水管完整且无破损即可进行下述步骤的操作，若是隧道排水管有破损，需要先对破损部位进行修复，修复完成之后，才能进行下述步骤的操作；

[0064] (2)凿除混凝土：凿除纵向排水管入口周围的混凝土，将排水管局部暴露，得到第一法兰盘安装空间；所述的第一法兰盘安装空间为一个以纵向排水管圆心为几何中心的矩形空间，该矩形空间的深度在5cm以上、长度和宽度分别比纵向排水管的直径长4cm以上；需

要注意的是,凿除混凝土时,不要损坏排水管;

[0065] (3) 安装第一法兰盘:先将排水管外表面清洗干净,避免对后续法兰盘的安装产生影响,再在步骤(2)所述的第一法兰盘安装空间安装第一法兰盘,使第一法兰盘的内壁与纵向排水管的外壁紧密相接;所述第一法兰盘的内径与纵向排水管的外径相同;所述第一法兰盘的厚度为0.5cm,所述第一法兰盘的后部连接件长5cm,厚0.5cm,第一法兰盘后部连接件的内径与第一法兰盘相同;

[0066] (4) 回填第一法兰盘后部空间:通过法兰盘预留的螺栓孔,用强度等级不低于C25的混凝土材料回填第一法兰盘后部空间,等3-7天,待混凝土材料硬结,再通过法兰盘预留的螺栓孔打孔,给后续连接螺栓留出空间;

[0067] (5) 安装第一流量计:在安装好的第一法兰盘远离纵向排水管一侧连接第一流量计,并固定;具体地,将第一流量计的法兰盘与第一法兰盘对齐,在第一流量计的法兰盘与第一法兰盘之间垫上密封圈,通过螺栓将二者连接,并在流量计外部安装一个固定装置;所述第一流量计测流管内径与纵向排水管内径相同;水流通过第一流量计得到数据 $Q_1$ ;

[0068] (6) 安装第二法兰盘:在所述第一流量计远离第一法兰盘的一侧上安装第二法兰盘;所述第二法兰盘的内径与纵向排水管的外径相同;所述第二法兰盘的厚度为0.5cm,所述第二法兰盘的后部连接件长10cm,厚0.5cm,内径与第二法兰盘相同;

[0069] (7) 安装第二流量计:在安装有第一流量计的纵向排水管下游的第一个检查孔中重复步骤(2)-步骤(6),分别安装第三法兰盘、第二流量计以及第四法兰盘;水流通过第二流量计得到数据 $Q_2$ ;所述第三法兰盘的尺寸与第一法兰盘相同,所述第四法兰盘的尺寸与第二法兰盘相同;

[0070] (8) 数据收集、计算及堵塞程度判断:

[0071] 8.1) 通过流量计的流量计算流量损失,公式为:

$$[0072] \quad Q = \frac{1}{K} \frac{UA}{Bd};$$

[0073] 式中,K为修正系数,取0.8;U为测量流体横越磁场时所感生的电动势;A为管道横截面积;B为磁场强度;d为管道直径;

[0074] 8.2) 流量损失系数计算:

[0075] 通过实验室模拟现场实际排水状况,测量对比纵向排水管、中央排水管入口和出口的排水量,得到一个损失系数 $\Phi$ ,损失系数与排水管道的各项几何参数有关,反映排水管道中流量的损失程度; $\Phi$ 越大,则流量损失越大; $\Phi$ 越小,则流量损失越小;其通用式为 $\Phi = F(\mu, d, L, h, s)$ ,其中 $\mu$ 为排水管内壁粗超程度,d为排水管直径,L为排水管长度,h为排水管坡度,s为水中杂物、结晶等比例;

[0076] 最后得到 $\Phi$ 的计算公式:

$$[0077] \quad \Phi = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1};$$

[0078] 8.3) T型三通管模型的建立:建立T型三通管模型,入流为 $Q_1$ ,出流1为 $Q_2$ ,出流2为 $Q_3$ ,模拟实验得到T型三通管流量分配比例,入流流速在0.5~50m/s时, $Q_2$ 与 $Q_1$ 的比值在0.62~0.67; $Q_3$ 与 $Q_1$ 的比值在0.33~0.38;

[0079] 8.4) 堵塞判断:根据步骤8.3)得到的T型三通管模型模拟实验结果,加上流速、压

力、管径、横向排水管数量、横向排水管间距等因素的影响,综合考虑,得到堵塞判断标准;

[0080] 堵塞判断标准如下:

[0081] 当损失系数  $\Phi < 0.2$  时,纵向排水管正常工作,横向排水管堵塞,影响排水系统工作,应该立即处理;

[0082] 当  $0.2 \leq \Phi < 0.3$  时,纵向排水管正常工作,横向排水管可能堵塞,或者堵塞情况较轻,轻微影响排水管正常排水;

[0083] 当  $0.3 \leq \Phi < 0.4$  时,纵向排水管正常工作,横向排水管正常工作,排水系统正常工作;

[0084] 当  $0.4 \leq \Phi < 0.5$  时,横向排水管正常工作,纵向排水管可能堵塞,或者堵塞情况较轻,轻微影响排水管正常排水;

[0085] 当损失系数  $\Phi \geq 0.5$  时,横向排水管正常工作,纵向排水管堵塞,影响排水系统工作,应该立即处理。

[0086] 本发明一种隧道排水系统淤堵状况长期监测方法,由于地下水在岩溶地区丰富,对可溶性岩石(碳酸盐岩、石膏、岩盐等)进行化学溶蚀,并冲刷地下岩体,导致水中  $\text{Ca}^{2+}$  等离子含量较高,水中  $\text{Ca}^{2+}$  等离子容易与  $\text{CO}_2$  气体产生难溶碳酸盐,析出的碳酸盐容易附着在排水管道与杂物上,最终引起排水管堵塞,本发明方法是基于纵向排水管中的水流量变化进行实时监测,监测方法简单有效,操作简单,方便掌握隧道排水系统健康状况,保证隧道安全;用强度等级不低于 C25 的混凝土材料回填第一法兰盘后部空间,能够保证回填部分的强度,避免被水冲刷后回填部分发生松动开裂等现象,保证了排水管堵塞状况监测的长期有效性;第一法兰盘的后部连接件长 5cm,厚 0.5cm,第二法兰盘的后部连接件长 10cm,厚 0.5cm,限定两法兰盘后部连接件的尺寸,能够有效防止水流突变影响监测结果,监测结果准确度更高。

[0087] 虽然,上文中已经用一般性说明及具体实施方案对本发明作了详尽的描述,但在本发明基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本发明要求保护的范围。

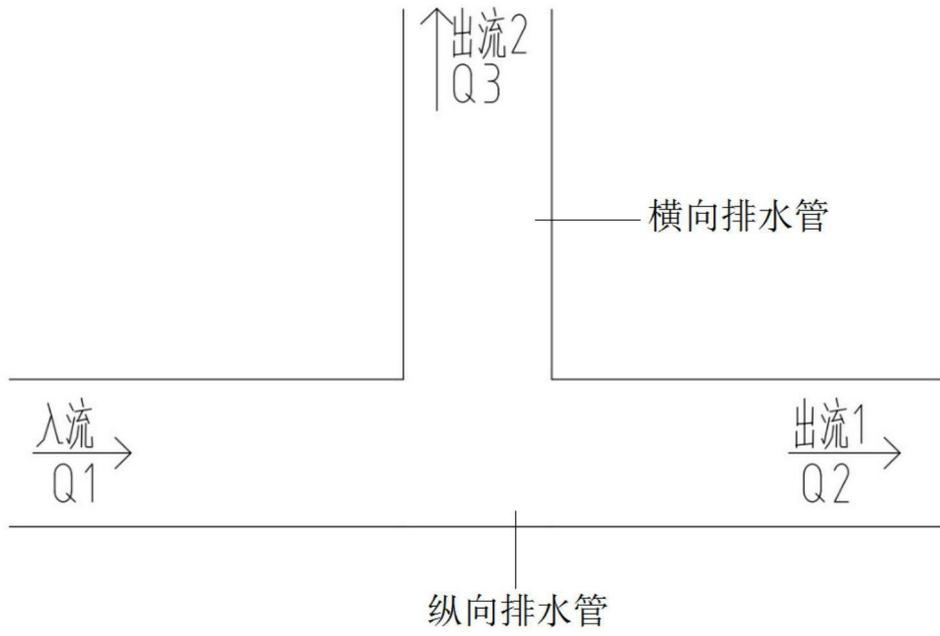


图1

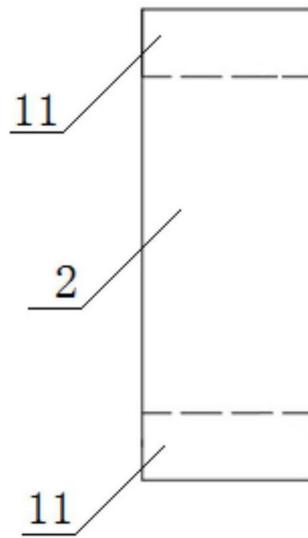


图2

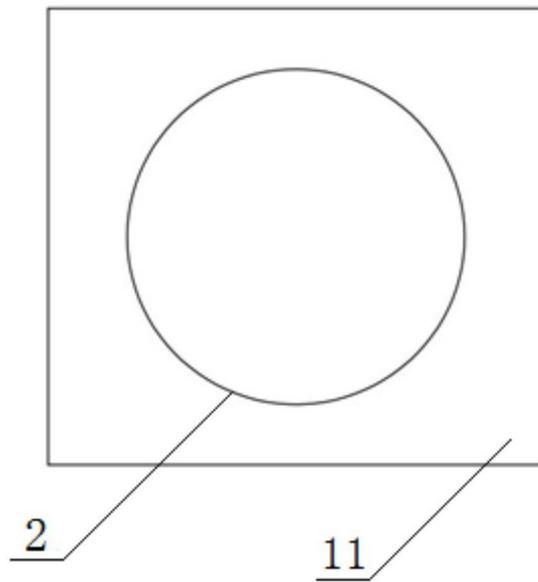


图3

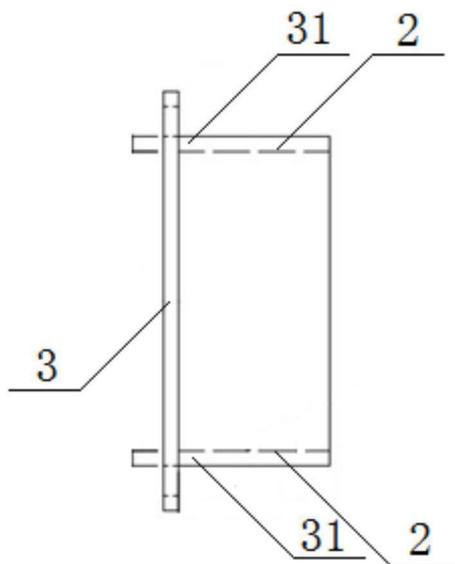


图4

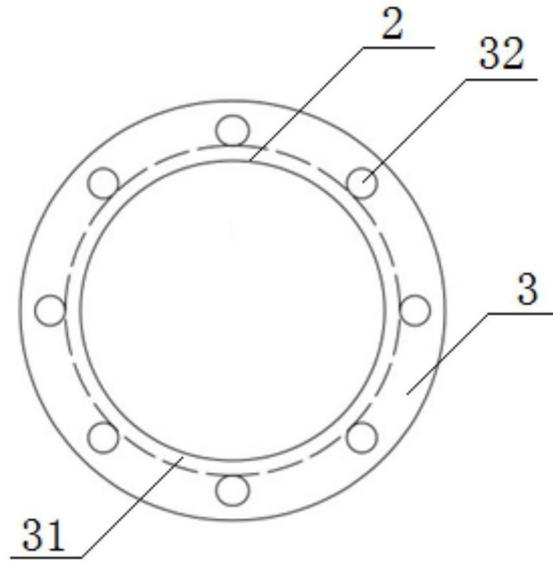


图5

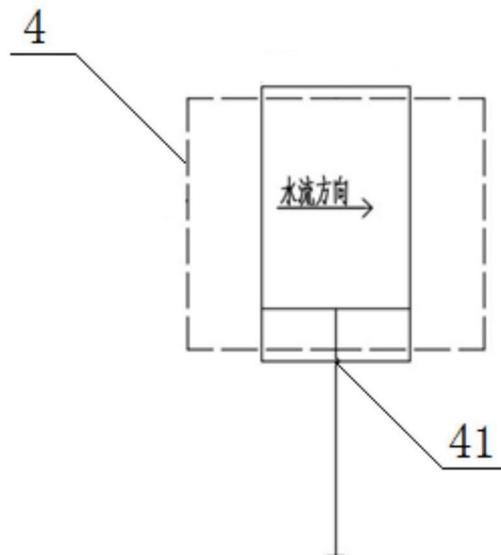


图6