



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113669083 B

(45) 授权公告日 2023.10.10

(21) 申请号 202111169832.2

(22) 申请日 2021.10.08

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113669083 A

(43) 申请公布日 2021.11.19

(73) 专利权人 中铁第一勘察设计院集团有限公司  
地址 710043 陕西省西安市雁塔区西影路二号

(72) 发明人 戴志仁 王泽宇 王俊 李谈  
胡瑞青 杨小兵 曹伟

(74) 专利代理机构 西安新思维专利商标事务所有限公司 61114  
专利代理师 李罡

E21D 1/00 (2006.01)

E21D 11/14 (2006.01)

E21D 11/15 (2006.01)

E21D 11/38 (2006.01)

E21D 20/02 (2006.01)

### (56) 对比文件

CN 110486053 A, 2019.11.22

CN 110966021 A, 2020.04.07

CN 110331993 A, 2019.10.15

US 3645102 A, 1972.02.29

JP 2004003229 A, 2004.01.08

张兆军;贺善宁.复杂条件下盾构改造竖井的设计与施工.隧道建设.2009,(06),第683-688页.

审查员 钟永晓

(51) Int.Cl.

E21D 11/10 (2006.01)

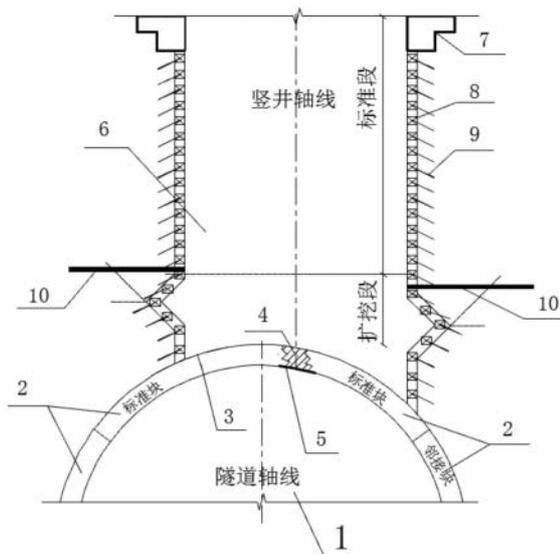
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

### (54) 发明名称

基于荷载转换与盖帽型式的隧道修补结构及其施工方法

### (57) 摘要

本发明公开了基于荷载转换与盖帽型式的隧道修补结构及其施工方法。既有轨道交通结构受外部作业影响程度较大时,会对既有隧道结构的安全性产生严重影响,因此,如何基于外部竖井/基坑方式对既有结构进行补强已是迫在眉睫。本发明在既有隧道外新建竖井,并在破损区域处浇筑盖帽结构进行隧道修补;在竖井内采用异型荷载转换结构,转换结构下方设置褥垫层,竖井内回填土以轻质混凝土为主,最大程度减少竖井回填土竖向荷载对下方既有隧道的作用,确保既有隧道安全与长期稳定。本发明工艺简单、施工简便,在城市轨道交通、铁路、市政隧道等既有隧道跨越工程中有广泛的应用前景。



1. 基于荷载转换与盖帽型式的隧道修补结构的施工方法,其特征在于:包括如下步骤:

步骤一:管片衬砌临时封堵与竖井开挖

1.1在既有隧道(1)内部,针对外部作业的破损区域(4),采用钢板(5)进行临时封堵;

1.2以破损区域(4)为中心,确定竖井(6)半径及轮廓,竖井(6)中心轴线位于破损区域(4)位置;

1.3 施工降水,在地表施做圈梁(7),沿所述圈梁(7)内侧开挖土层,基于随撑随挖的原则,及时架设第一榀格栅钢架(8)、打设锚杆(9),在所述锚杆(9)内压注水泥浆;对所述第一榀格栅钢架(8)表面进行喷混封闭,将所述第一榀格栅钢架(8)与所述圈梁(7)下方的纵向连接钢筋进行焊接;

1.4 沿所述圈梁(7)内侧继续开挖下方土层,架设下一榀格栅钢架(8)、打设锚杆(9),相邻格栅钢架(8)之间采用竖向钢筋连接,循环开挖,直至竖井(6)标准段底部;

1.5 在竖井(6)的标准段底部侧壁上施做水平向大管棚(10),向大管棚(10)内压注水泥砂浆,所述大管棚(10)沿竖井(6)周边一圈等间距布置;

1.6 根据拱形荷载转换结构(14)轮廓,进行竖井(6)扩挖段施工,位于既有隧道(1)上方1m高度范围内竖井(6)采用人工开挖,在距离竖井(6)底部3m范围内时,核实锚杆(9)打设角度与长度,确保锚杆(9)与既有隧道(1)净距为1-3m;

步骤二:管片衬砌结构补强与转换结构施工

2.1 清理破损区域(4)混凝土界面残渣;对已破坏的钢筋,采用相同型号或高一等级的螺纹钢进行连接恢复;采用微膨胀环氧砂浆、立模浇筑盖帽结构(11);

2.2在所述盖帽结构(11)外侧敷设防水层,回填轻质混凝土(12),并施做褥垫层(13);

2.3在褥垫层(13)上方立模浇筑拱形荷载转换结构(14),在拱形荷载转换结构(14)上方用竖井回填料轻质混凝土(15)回填处理;

2.4 凿除地表以下3m范围内的圈梁(7)与竖井侧壁格栅钢架(8)、锚杆(9),并采用粘性土(16)回填处理;

2.5根据城市道路或绿化要求,进行路面恢复施工。

2. 根据权利要求1所述的基于荷载转换与盖帽型式的隧道修补结构的施工方法,其特征在于:所述隧道修补结构具体为:

在既有隧道(1)外侧及地表位置处施做竖井(6),所述竖井(6)沿高度方向分为标准段和扩挖段,所述扩挖段设置于所述标准段下方,所述扩挖段外径尺寸比标准段外径尺寸大500-600mm;所述竖井(6)的标准段底部设置大管棚(10),所述大管棚(10)长度超出地层潜在破裂面1m-2m;

所述竖井(6)顶部设置圈梁(7),竖井(6)洞身采用格栅钢架(8)与锚杆(9)支护;

所述既有隧道(1)上的破损区域(4)位于所述竖井(6)的中心位置处;

所述破损区域(4)位置处浇筑盖帽结构(11),所述盖帽结构(11)外形尺寸比所述破损区域(4)外形尺寸单边大300-400mm;

所述盖帽结构(11)下部通过钢筋与管片衬砌(2)的齿形接触面连接,新旧混凝土界面涂刷水泥基渗透结晶防水涂料,盖帽结构(11)上方回填轻质混凝土(12);

竖井(6)底部设置有褥垫层(13),所述褥垫层(13)上方设置有拱形荷载转换结构(14);

所述拱形荷载转换结构(14)下底面为圆弧状,上底面为三角状,两侧拱脚与所述竖井(6)的扩挖边垂直接触;

所述竖井(6)内,拱形荷载转换结构(14)上方采用竖井回填料轻质混凝土(15)回填;

所述竖井(6)在地表以下3m范围内结构凿除处理,并采用粘性土(16)回填。

## 基于荷载转换与盖帽型式的隧道修补结构及其施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于地下工程技术领域,具体涉及基于荷载转换与盖帽型式的隧道修补结构及其施工方法。

### 背景技术

[0002] 目前,随着各地城市轨道交通沿线各类市政工程的建设与TOD站城一体化的发展,在既有城市轨道交通结构周边或临近区域新建工程的案例比比皆是。因此,各地陆续出台了一些既有城市轨道交通设施的保护条例或控制措施,但由于地下工程的隐蔽性与地面作业人员的职业素养问题,各类轨道交通结构受外部作业影响而导致裂缝或变形超限的情况非常普遍,甚至是既有轨道交通隧道结构被外部作业打穿的情况也屡见不鲜。

[0003] 一般情况下,如果既有轨道交通结构受外部作业影响程度较大时,如被地质钻孔击穿,不但影响正常运营,而且会对既有隧道结构的安全性产生严重影响,此时应采取措施尽快恢复列车正常运行,随后再从结构安全性与耐久性方面考虑构件修复方案。因此,如何基于外部竖井/基坑方式对既有结构进行补强,并最大程度减少竖井/基坑回填土荷载对既有隧道的影响已是迫在眉睫需要突破的一项重大技术难题。

### 发明内容

[0004] 为了弥补现有技术的不足,本发明提供基于荷载转换与盖帽型式的隧道修补结构及其施工方法。

[0005] 为了达到上述目的,本发明所采用的技术方案为:

[0006] 基于荷载转换与盖帽型式的隧道修补结构,包括在既有隧道外侧及地表位置处施做竖井,所述竖井沿高度方向分为标准段和扩挖段,所述扩挖段设置于所述标准段下方,所述扩挖段外径尺寸比标准段外径尺寸大500-600mm;所述竖井的标准段底部设置大管棚,所述大管棚长度超出地层潜在破裂面1m-2m;

[0007] 所述竖井顶部设置圈梁,竖井洞身采用格栅钢架与锚杆支护;

[0008] 所述既有隧道上的破损区域位于所述竖井的中心位置处;

[0009] 所述破损区域位置处浇筑盖帽结构,所述盖帽结构外形尺寸比所述破损区域外形尺寸单边大300-400mm;

[0010] 所述盖帽结构下部通过钢筋与管片衬砌的齿形接触面连接,新旧混凝土界面涂刷水泥基渗透结晶防水涂料,盖帽结构上方回填轻质混凝土;

[0011] 竖井底部设置有褥垫层,所述褥垫层上方设置有拱形荷载转换结构;所述拱形荷载转换结构下底面为圆弧状,上底面为三角状,两侧拱脚与所述竖井的扩挖边垂直接触;

[0012] 所述竖井内,拱形荷载转换结构上方采用竖井回填料轻质混凝土回填;

[0013] 所述竖井在地表以下3m范围内结构凿除处理,并采用粘性土回填。

[0014] 基于荷载转换与盖帽型式的隧道修补结构的施工方法,包括如下步骤:

[0015] 步骤一:管片衬砌临时封堵与竖井开挖

- [0016] 1.1在既有隧道内部,针对外部作业的破损区域,采用钢板进行临时封堵;
- [0017] 1.2以破损区域为中心,确定竖井半径及轮廓,竖井中心轴线位于破损区域位置;
- [0018] 1.3施工降水,在地表施做圈梁,沿所述圈梁内侧开挖土层,基于随撑随挖的原则,及时架设第一榀格栅钢架、打设锚杆,在所述锚杆内压注水泥浆;对所述第一榀格栅钢架表面进行喷混封闭,将所述第一榀格栅钢架与所述圈梁下方的纵向连接钢筋进行焊接;
- [0019] 1.4沿所述圈梁内侧继续开挖下方土层,架设下一榀格栅钢架、打设锚杆,相邻格栅钢架之间采用竖向钢筋连接,循环开挖,直至竖井标准段底部;
- [0020] 1.5在竖井的标准段底部侧壁上施做水平向大管棚,向大管棚内压注水泥砂浆,所述大管棚沿竖井周边一圈等间距布置;
- [0021] 1.6根据拱形荷载转换结构轮廓,进行竖井扩挖段施工,位于既有隧道上方1m高度范围内竖井采用人工开挖,在距离竖井底部3m范围内时,核实锚杆打设角度与长度,确保锚杆与既有隧道净距为1-3m;
- [0022] 步骤二:管片衬砌结构补强与转换结构施工
- [0023] 2.1清理破损区域混凝土界面残渣;对已破坏的钢筋,采用相同型号或高一等级的螺纹钢进行连接恢复;采用微膨胀环氧砂浆、立模浇筑盖帽结构;
- [0024] 2.2在所述盖帽结构外侧敷设防水层,回填轻质混凝土,并施做褥垫层;
- [0025] 2.3在褥垫层上方立模浇筑拱形荷载转换结构,在拱形荷载转换结构上方用竖井回填料用轻质混凝土回填处理;
- [0026] 2.4凿除地表以下3m范围内的圈梁与竖井侧壁格栅钢架、锚杆,并采用粘性土回填处理;
- [0027] 2.5根据城市道路或绿化要求,进行路面恢复施工。
- [0028] 本发明的有益效果:
- [0029] 1)本发明针对既有隧道受外部作业影响导致拱顶附近出现局部破碎或击穿,基于洞外新建竖井的方式进行开挖,并采用盖帽结构型式进行隧道修补,有效增大破碎区域隧道衬砌截面高度与整体抗弯能力,确保隧道破碎区域得到有效的结构补强;在竖井内采用异型荷载转换结构,转换结构下方设置褥垫层,竖井内回填土以轻质混凝土为主,最大程度减少竖井回填土竖向荷载对下方既有隧道的作用,确保既有隧道安全与长期稳定;
- [0030] 2)本发明实施过程中使用的竖井支护、荷载转换结构、格栅钢架、锚杆等均为常规类型,便于加工制造;
- [0031] 3)本发明工艺简单、施工简便,具有较高的经济效益和社会效益,在城市轨道交通、铁路、市政隧道等既有隧道跨越工程中有广泛的应用前景。

## 附图说明

- [0032] 图1为基于洞外竖井方式的隧道衬砌修补断面示意图;
- [0033] 图2为荷载转换结构与竖井回填示意图;
- [0034] 图中,1-既有隧道,2-管片衬砌,3-管片接缝,4-破损区域,5-钢板,6-竖井,7-圈梁,8-格栅钢架,9-锚杆,10-大管棚,11-盖帽结构,12-轻质混凝土,13-褥垫层,14-拱形荷载转换结构,15-竖井回填料用轻质混凝土,16-粘性土。

## 具体实施方式

[0035] 下面结合具体实施方式对本发明进行详细的说明。

[0036] 如图1基于洞外竖井方式的隧道衬砌修补断面示意图、图2荷载转换结构与竖井回填示意图所示,在既有隧道1外侧及地表位置处施做竖井6,竖井6沿高度方向分为标准段和扩挖段;竖井6扩挖段设置于竖井6标准段下方,竖井6扩挖段外径尺寸比竖井6标准段外径尺寸大500-600mm;竖井6的标准段底部设置大管棚10,大管棚10长度超出地层潜在破裂面1m-2m,为扩挖段施工做好技术准备;

[0037] 竖井6顶部设置圈梁7,竖井6洞身采用格栅钢架8与锚杆9支护;

[0038] 既有隧道1上的破损区域4位于竖井6的中心位置处;

[0039] 破损区域4位置处浇筑盖帽结构11,盖帽结构11外形尺寸比破损区域4外形尺寸单边大300-400mm,确保形成“盖赛”效应,从而增大结构破损位置截面高度,提高既有隧道1抗弯刚度;

[0040] 盖帽结构11下部通过钢筋与管片衬砌2的齿形接触面有效连接、整体受力;新旧混凝土界面需要先清理干净、随后再涂刷水泥基渗透结晶防水涂料;

[0041] 盖帽结构11上方回填轻质混凝土12,最大程度减小竖井6回填土荷载;

[0042] 竖井6底部设置有褥垫层13,其厚度一般不小于300mm;褥垫层13上方设置有拱形荷载转换结构14;拱形荷载转换结构14下底面为圆弧状,上底面为三角状,两侧拱脚与竖井6的扩挖段垂直接触;拱形荷载转换结构14上部三角形截面可将回填土竖向荷载转换为垂直于三角形斜边和平行于三角形斜边两个方向的荷载,平行于三角形斜边方向的荷载可通过在斜边涂抹润滑剂最大程度减弱或消除,进而只剩下垂直于三角形斜边的荷载分量,即  $F_1 \times \cos \alpha_1 + F_2 \times \cos \alpha_2$ ,其中, $F_1$ 与 $\alpha_1$ 分别为断面左侧竖井6回填土竖向荷载与斜边水平面夹角, $F_2$ 与 $\alpha_2$ 分别为断面右侧竖井6回填土竖向荷载与斜边水平面夹角;

[0043] 竖井6内,拱形荷载转换结构14上方采用竖井回填用轻质混凝土15回填;

[0044] 竖井6在地表以下3m范围内结构凿除处理,并采用粘性土16回填。

[0045] 基于荷载转换与盖帽型式的隧道修补结构的施工方法,包括如下步骤:

[0046] 步骤一:管片衬砌临时封堵与竖井开挖

[0047] 1.1受外部作业影响,既有隧道1被击穿或局部破碎,在隧道上半断面局部出现破损区域4,在既有隧道1内部先采用钢板5对破损区域4进行临时封堵,第一时间恢复既有隧道1正常运营;

[0048] 1.2以破损区域4为中心,确定竖井6半径及轮廓,竖井6中心轴线位于破损区域4位置;

[0049] 1.3施工降水,在地表施做圈梁7,沿圈梁7内侧开挖土层,基于随撑随挖的原则,及时架设第一榀格栅钢架8、打设锚杆9,锚杆9水平向夹角一般不小于 $35^\circ$ ,环纵向间距为 $1\text{m} \times 1\text{m}$ ,长度为2-3m;在锚杆9内压注水泥浆;对第一榀格栅钢架8表面进行喷混封闭,将第一榀格栅钢架8与圈梁7下方的纵向连接钢筋进行焊接;

[0050] 1.4沿圈梁7内侧继续开挖下方土层,架设下一榀格栅钢架8、打设锚杆9,相邻格栅钢架8之间采用竖向钢筋连接,循环开挖,直至竖井6标准段底部;

[0051] 1.5在竖井6的标准段底部侧壁上施做大管棚10,并及时向大管棚10内压注水泥砂浆,大管棚10沿竖井6周边一圈按一定间距呈水平向均匀布置;大管棚10长度超出地层潜在

破裂面1m-2m,为扩挖段施工做好技术准备;

[0052] 1.6在既有隧道1上方1m高度范围内进行竖井6扩挖段人工开挖;在距离竖井6底部3m范围内时,核实锚杆9打设角度与长度,确保锚杆9与既有隧道1净距为1-3m;

[0053] 步骤二:管片衬砌结构补强与转换结构施工

[0054] 2.1根据既有隧道1上破损区域4揭露情况,清理破损区域4混凝土界面残渣;对于已经被外部作业破坏或割断的钢筋,基于等强恢复原则,采用相同型号或高一等级的螺纹钢进行连接恢复;随后在破碎界面位置涂刷水泥基渗透结晶防水涂料,采用微膨胀环氧砂浆、立模浇筑盖帽结构11;盖帽结构11外形尺寸比破损区域4外形尺寸单边大300-400mm;

[0055] 2.2在盖帽结构11外侧敷设防水层,回填轻质混凝土12,并施做厚度为300mm的褥垫层13;

[0056] 2.3在褥垫层13上方立模浇筑拱形荷载转换结构14,在拱形荷载转换结构14上方用竖井回填料用轻质混凝土15回填处理;

[0057] 2.4凿除地表以下3m范围内的圈梁7与竖井侧壁格栅钢架8、锚杆9,并采用粘性土16回填处理;

[0058] 2.5根据城市道路或绿化要求,进行路面恢复施工。

[0059] 在本发明的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”、“固定”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。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在本发明中的具体含义。

[0060] 本发明的内容不限于实施例所列举,本领域普通技术人员通过阅读本发明说明书而对本发明技术方案采取的任何等效的变换,均为本发明的权利要求所涵盖。

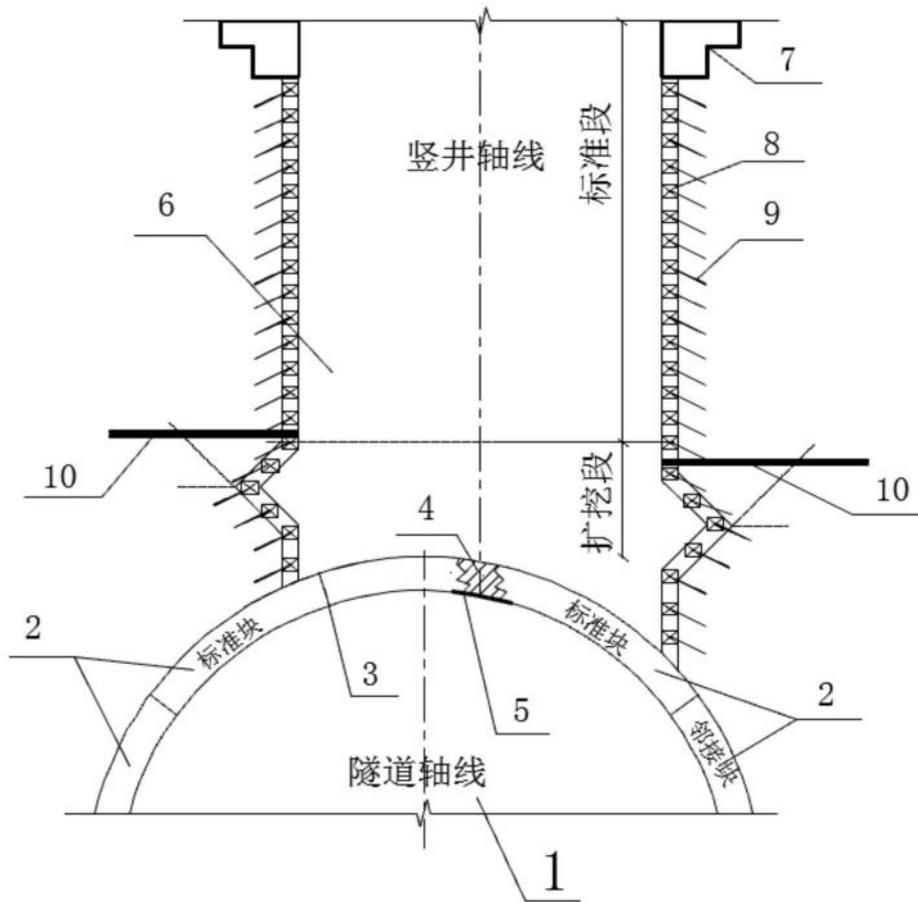


图1

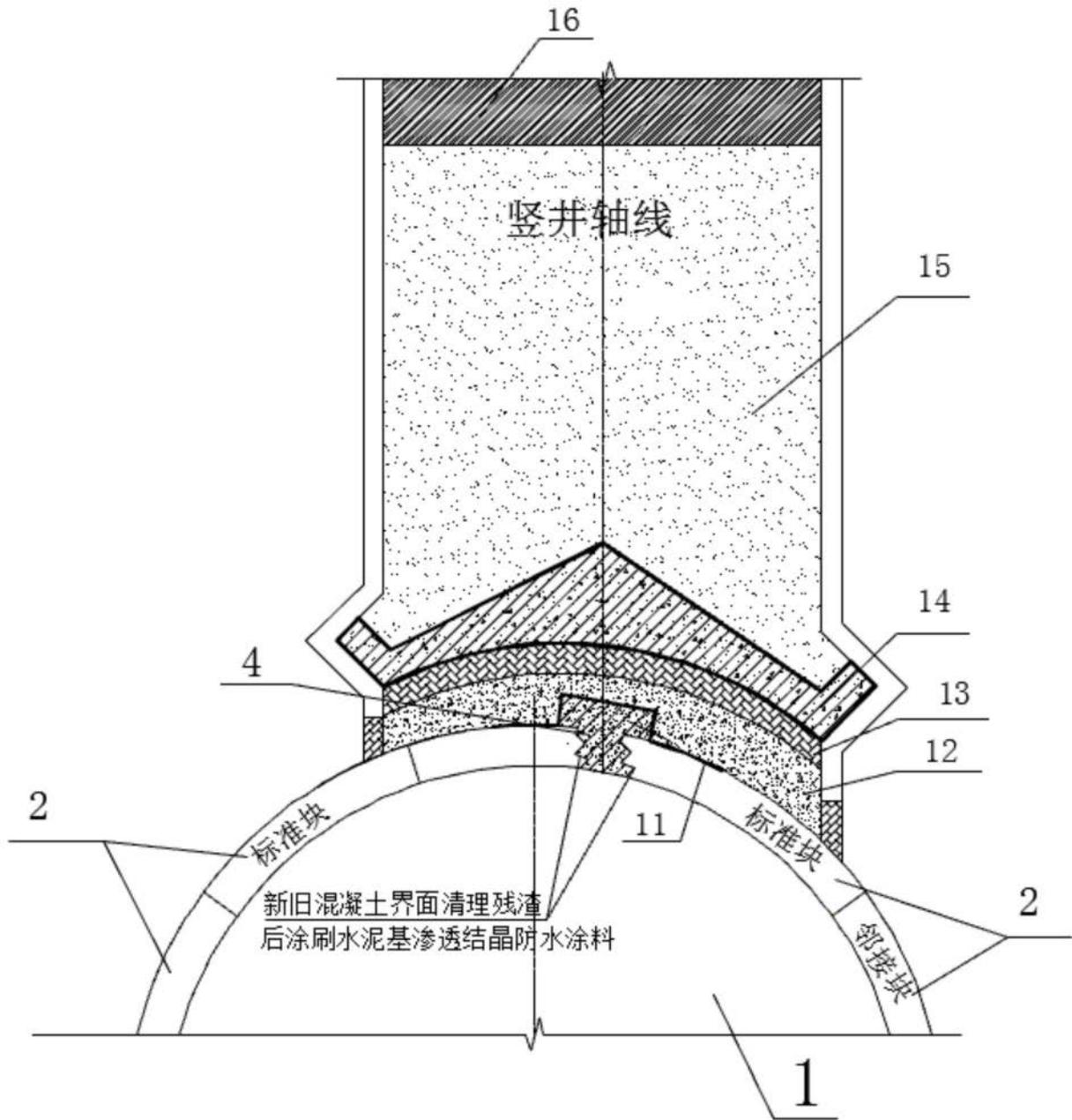


图2