



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108150190 B

(45)授权公告日 2019.08.13

(21)申请号 201810015853.0

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.01.08

E21D 11/08(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

E21D 11/10(2006.01)

申请公布号 CN 108150190 A

审查员 雷文杰

(43)申请公布日 2018.06.12

(73)专利权人 兰州理工大学

地址 730050 甘肃省兰州市七里河区兰工
坪路287号

(72)发明人 董建华 鞠鑫 寇海军 颜永斌

张明礼 魏延超 包万飞 李建军
赵永达

(74)专利代理机构 兰州振华专利代理有限责任
公司 62102

代理人 董斌

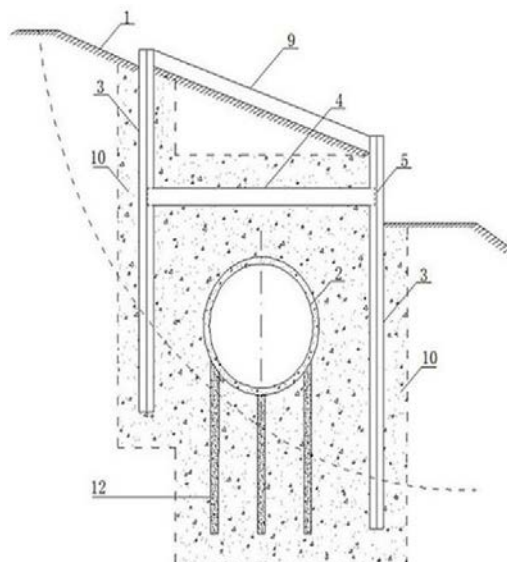
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构及
施工方法

(57)摘要

浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构及施工方法,属隧道工程领域。浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构包括抗滑桩、注浆加固连梁、斜梁和微型桩;抗滑桩沿隧道开挖轮廓两侧沿布线方向等间距布置;注浆加固连梁依次穿过浅埋侧抗滑桩和山体,两端分别与隧道两侧的抗滑桩相连;斜梁沿坡面设置,两端分别与深埋侧和浅埋侧抗滑桩桩顶相连;在抗滑桩和注浆加固连梁围成的区域内开挖隧道,施作微型桩加固隧底,施作衬砌。本发明在隧道开挖前形成防护结构,能够显著提高隧道侧面山坡的稳定性,平衡偏压力,有效预防浅埋偏压隧道在开挖过程中的滑移和拱顶塌落。



1. 浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构,包括抗滑桩(3)、注浆加固连梁(4)、斜梁(9)和微型桩(12),其特征在于,抗滑桩(3)由内壁设置注浆嘴(8)的矩形钢管(6)内插入工字钢(5)并浇筑混凝土构成,其沿隧道(2)开挖轮廓两侧沿布线方向等间距布置;注浆加固连梁(4)是圆形钢管(7)内浇筑混凝土形成的加固体,其依次穿过浅埋侧抗滑桩(3)和山体(1),最终伸入深埋侧抗滑桩(3)内;斜梁(9)为现浇混凝土结构,沿坡面设置,两端分别与深埋侧和浅埋侧抗滑桩(3)桩顶相连;在抗滑桩(3)和注浆加固连梁(4)围成的区域内开挖隧道(2),施作微型桩(12)加固隧底,施作衬砌。

2. 根据权利要求1所述的浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构,其特征在于:所述抗滑桩(3)所用矩形钢管(6)内壁通长焊接有梅花型布置的注浆嘴(8),矩形钢管(6)垂直于隧道(2)布线方向的侧壁还开设圆孔,圆孔位于浅埋侧抗滑桩(3)桩顶以下、施工平台以上,同一断面内深埋矩形钢管(6)上的圆孔与浅埋侧矩形钢管(6)上的圆孔位于同一水平面内。

3. 根据权利要求1所述的浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构,其特征在于:所述工字钢(5)型号为I56a~I63c,其翼缘距离矩形钢管(6)远离隧道(2)一侧20~30cm,腹板与隧道(2)走向垂直且与矩形钢管(6)中心线重合。

4. 根据权利要求1所述的浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构,其特征在于:所述圆形钢管(7)外径与矩形钢管(6)上开设圆孔直径相同,其两端焊接有圆形盖板(11),内壁通长焊接有梅花型布置的注浆嘴(8)。

5. 根据权利要求1所述的浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构,其特征在于:所述注浆嘴(8)为圆弧形圆管,圆弧内径为10~20cm,圆管直径为2~3cm。

6. 根据权利要求1所述的浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构,其特征在于:所述斜梁(9)梁高等于抗滑桩(3)超出坡面的高度,宽与抗滑桩(3)宽度相等。

7. 根据权利要求4所述的浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构,其特征在于:所述圆形盖板(11)直径等于圆形钢管(7)的直径,中心焊接有注浆嘴(8)。

8. 浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构的施工方法,其特征在于,其施工步骤为:

(1) 预制构件:在工厂预制矩形钢管(6)、圆形钢管(7)、圆形盖板(11)和封堵板(13);矩形钢管(6)内壁通长焊接有梅花型布置的注浆嘴(8),在矩形钢管(6)短边两侧壁开设圆孔;圆形钢管(7)内壁通长焊接有梅花型布置的注浆嘴(8);圆形盖板(11)的直径等于圆形钢管(7)的直径,其中心焊接注浆嘴(8);封堵板(13)是圆形钢板;

(2) 桩侧浆固层(10)施工:在隧道(2)开挖轮廓两侧沿布线方向开挖矩形桩孔,边开挖边插入矩形钢管(6),直至桩底伸入滑移面以下的稳定岩层中,通过设置在矩形钢管(6)内壁上的注浆嘴(8)向矩形钢管(6)外侧压力注浆,在矩形钢管(6)外侧形成浆固层(10);

(3) 施工平台开挖:在浅埋侧抗滑桩(3)外侧开挖岩土体,在桩外侧形成一个施工平台,施工平台的标高低于浅埋侧抗滑桩(3)桩顶标高4~5m;

(4) 注浆加固连梁(4)施工:沿浅埋侧矩形钢管(6)上预留圆孔向山体(1)内部开挖水平桩孔,边开挖边插入圆形钢管(7),圆形钢管(7)依次穿过浅埋侧矩形钢管(6)、山体(1),并伸入同断面内深埋侧矩形钢管(6)内,保证圆形钢管(7)两端分别插入矩形钢管(6)内0.5~1.0m;通过设置在圆形钢管(7)内壁的注浆嘴(8)向圆形钢管(7)外侧压力注浆形成浆固层(10),在圆形钢管(7)两端焊接圆形盖板(11),通过设置在圆形盖板(11)上的注浆嘴(8)向钢管内注入混凝土形成注浆加固连梁(4);

(5) 抗滑桩(3)浇筑:用封堵板(13)焊接在浅埋侧矩形钢管(6)外侧的圆孔处封堵矩形钢管(6),矩形钢管(6)内插入工字钢(5),工字钢(5)翼缘距离矩形钢管(6)远离隧道(2)一侧20~30cm,腹板与隧道(2)走向垂直且与矩形钢管(6)中心线重合;然后在矩形钢管(6)内浇筑混凝土形成抗滑桩(3),桩顶标高高出地面;

(6) 斜梁(9)施作:将坡面整平,沿坡面支模并绑扎钢筋,浇筑混凝土形成斜梁(9);

(7) 隧道开挖施工:待所有断面的抗滑桩(3)和注浆加固连梁(4)施作完成并满足设计强度要求后,在抗滑桩(3)和注浆加固连梁(4)形成的封闭区域内开挖隧道(2);

(8) 微型桩(12)及衬砌施工:边开挖隧道边采用高压旋喷法在隧道施工形成微型桩(12),完成该断面浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构的施工后,施作衬砌;

(9) 按照步骤(2)~步骤(8)施工下一断面的浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构。

浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构,属于隧道工程技术领域。

背景技术

[0002] 随着我国经济建设的高速发展,交通基础设施投入不断加大,特别是高速公路、高速铁路进入山区后,隧道工程大量修建。这些隧道大部分沿河、傍山布线,沿线往往存在围岩破碎、地形偏压等不利工况,甚至存在滑坡的可能。偏压会造成隧道的不平衡受力,轻则致使隧道拱圈变形,重则破坏隧道结构;尤其是岩体破碎、风化严重的浅埋段,成拱能力差,上覆围岩受开挖扰动后极易造成滑坡、坍塌等地质灾害的发生,从而导致隧道开挖掘进困难,影响隧道正常施工和运营,威胁人民生命财产安全。如何利用较为有效的防护结构确保隧道施工运营安全,是浅埋偏压隧道围岩破碎段施工经常面临的问题。

[0003] 现有的浅埋偏压隧道围岩破碎段施工中的防护措施主要有:增加衬砌厚度、增设锚杆与管棚、加大钢拱架刚度来减小开挖过程中衬砌的变形和洞体的滑移;在浅埋侧增设重力式挡墙或者在浅埋侧回填反压土,通过重力式挡墙或反压土体平衡部分偏压力。这些方法虽然工艺简单,但对于破碎松散岩土体的支护强度偏低,未涉及对隧道周边岩土体的补强加固,没有从根本上加固不稳定山体,只是增加了隧道结构本身的刚度或局部加固了山体来抵抗偏压力,难以满足偏压、围岩破碎等极不利工况下的浅埋隧道施工运营要求。因此,急需一种既能加固补强隧道周边围岩体,又能减小或消除隧道偏压力的新型防护结构,以确保隧道安全、高效掘进。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构及施工方法。

[0005] 本发明是浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构及施工方法,浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构,包括抗滑桩3、注浆加固连梁4、斜梁9和微型桩12;抗滑桩3由内壁设置注浆嘴8的矩形钢管6内插入工字钢5并浇筑混凝土构成,其沿隧道2开挖轮廓两侧沿布线方向等间距布置;注浆加固连梁4是圆形钢管7内浇筑混凝土形成的加固体,其依次穿过浅埋侧抗滑桩3和山体1,最终伸入深埋侧抗滑桩3内;斜梁9为现浇混凝土结构,沿坡面设置,两端分别与深埋侧和浅埋侧抗滑桩3桩顶相连;在抗滑桩3和注浆加固连梁4围成的区域内开挖隧道2,施作微型桩12加固隧底,施作衬砌。

[0006] 浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构的施工方法,其施工步骤为:

[0007] (1) 预制构件:在工厂预制矩形钢管6、圆形钢管7、圆形盖板11和封堵板13;矩形钢管6内壁通长焊接有梅花型布置的注浆嘴8,在矩形钢管6短边两侧壁开设圆孔;圆形钢管7内壁通长焊接有梅花型布置的注浆嘴8;圆形盖板11的直径等于圆形钢管7的直径,其中心焊接注浆嘴8;封堵板13是圆形钢板;

[0008] (2) 桩侧浆固层10施工:在隧道2开挖轮廓两侧沿布线方向开挖矩形桩孔,边开挖边插入矩形钢管6,直至桩底伸入滑移面以下的稳定岩层中,通过设置在矩形钢管6内壁上

的注浆嘴8向矩形钢管6外侧压力注浆,在矩形钢管6外侧形成浆固层10;

[0009] (3)施工平台开挖:在浅埋侧抗滑桩3外侧开挖岩土体,在桩外侧形成一个施工平台,施工平台的标高低于浅埋侧抗滑桩3桩顶标高4~5m;

[0010] (4)注浆加固连梁4施工:沿浅埋侧矩形钢管6上预留圆孔向山体1内部开挖水平桩孔,边开挖边插入圆形钢管7,圆形钢管7依次穿过浅埋侧矩形钢管6、山体1,并伸入同断面内深埋侧矩形钢管6内,保证圆形钢管7两端分别插入矩形钢管6内0.5~1.0m;通过设置在圆形钢管7内壁的注浆嘴8向圆形钢管7外侧压力注浆形成浆固层10,在圆形钢管7两端焊接圆形盖板11,通过设置在圆形盖板11上的注浆嘴8向钢管内注入混凝土形成注浆加固连梁4;

[0011] (5)抗滑桩3浇筑:用封堵板13焊接在浅埋侧矩形钢管6外侧的圆孔处封堵矩形钢管6,矩形钢管6内插入工字钢5,工字钢5翼缘距离矩形钢管6远离隧道2一侧20~30cm,腹板与隧道2走向垂直且与矩形钢管6中心线重合;然后在矩形钢管6内浇筑混凝土形成抗滑桩3,桩顶标高高出地面;

[0012] (6)斜梁9施作:将坡面整平,沿坡面支模并绑扎钢筋,浇筑混凝土形成斜梁9;

[0013] (7)隧道开挖施工:待所有断面的抗滑桩3和注浆加固连梁4施作完成并满足设计强度要求后,在抗滑桩3和注浆加固连梁4形成的封闭区域内开挖隧道2;

[0014] (8)微型桩12及衬砌施工:边开挖隧道边采用高压旋喷法在隧道施工形成微型桩12,完成该断面浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构的施工后,施作衬砌;

[0015] (9)按照步骤(2)~步骤(8)施工下一断面的浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构。

[0016] 本发明的有益效果:(1)隧道洞身两侧设置抗滑桩,抗滑桩嵌固在稳定地层中,平衡了地形造成的偏压力,提高了山体侧面边坡的稳定性;(2)通过注浆嘴压力注浆,在抗滑桩桩周形成浆固层,即起到了与抗滑桩共同抗滑的作用,也改善了周围破碎岩体的物理力学性质,有效增强了支护结构周边破碎岩土体的整体性,减小了支护结构承受的侧压力;(3)注浆加固连梁和斜梁,增加了隧道两侧抗滑桩的整体性,有助于增强拱顶破碎围岩的稳定性,可防止开挖时发生拱顶塌落;(4)矩形钢管和圆形钢管在桩孔开挖过程中护壁作用,在浇筑混凝土阶段又有模板作用,矩形钢管内插入工字钢和圆形钢管协同作用组成了整个防护结构的骨架;(5)在隧底设置微型桩,提高了隧道地基的承载能力。

附图说明

[0017] 图1为图2中防护结构的A-A向剖面图;图2为防护结构的立面图;图3为矩形钢管与工字钢相对位置示意图;图4为圆形钢管示意图。附图标记及对应名称为:山体1、隧道2、抗滑桩3、注浆加固连梁4、工字钢5、矩形钢管6、圆形钢管7、注浆嘴8、斜梁9、浆固层10、圆形盖板11、微型桩12、封堵板13。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图几具体实例对本发明进一步说明,所举实例只用于解释本发明,并非仅限于本实例。在阅读本发明后凡在本发明原理内所做的等同替换、修改都属于本发明的保护范围。

[0019] 本发明的工作原理是:(1)抗滑原理:抗滑桩和浆固层起到了抵抗边坡下滑力和加

固周边岩土体的作用;注浆加固连梁和斜梁实现了深埋侧抗滑桩的力传递到浅埋侧抗滑桩,并加固了隧道开挖轮廓顶部的岩土体;微型桩加固了隧底的破碎岩土体,提高了地基承载力;各构件共同作用,形成较为稳定的隧道开挖区域,保证隧道施工的安全。(2)初始衬砌原理:通过注浆嘴向抗滑桩和注浆加固连梁周围注浆,在隧道开挖轮廓周围形成了浆固层,起到了初始衬砌的作用,提高了破碎围岩的稳定性。(3)破碎岩土体的注浆加固原理:通过矩形钢管内壁的注浆嘴和圆形钢管内的注浆嘴向山体内压力注浆,在抗滑桩和注浆加固连梁周围形成浆固层,有效增强了隧道设计断面周边破碎岩土体的整体性,显著提升隧道开挖断面的稳定性和安全性。(4)护壁原理:开挖抗滑桩桩孔时,边开挖边插入矩形钢管,起到了护壁作用,有效防止了松散岩块掉落。

[0020] 如图1~图4所示,浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构,包括抗滑桩3、注浆加固连梁4、斜梁9和微型桩12;抗滑桩3由内壁设置注浆嘴8的矩形钢管6内插入工字钢5并浇筑混凝土构成,其沿隧道2开挖轮廓两侧沿布线方向等间距布置;注浆加固连梁4是圆形钢管7内浇筑混凝土形成的加固体,其依次穿过浅埋侧抗滑桩3和山体1,两端分别与隧道2两侧的抗滑桩3相连;斜梁9为现浇混凝土结构,沿坡面设置,两端分别与深埋侧和浅埋侧抗滑桩3桩顶相连;在抗滑桩3和注浆加固连梁4围成的区域内开挖隧道2,施作微型桩12加固隧底,施作衬砌。

[0021] 如图1~图3所示,抗滑桩3所用矩形钢管6内壁通长焊接有梅花型布置的注浆嘴8,矩形钢管6垂直于隧道2布线方向的侧壁还开设圆孔,圆孔位于浅埋侧抗滑桩3桩顶以下、施工平台以上,同一断面内深埋矩形钢管6上的圆孔与浅埋侧矩形钢管6上的圆孔位于同一水平面内。

[0022] 如图1、图3所示,工字钢5型号为I56a~I63c,其翼缘距离矩形钢管6远离隧道2一侧20~30cm,腹板与隧道2走向垂直且与矩形钢管6中心线重合。

[0023] 如图1、图4所示,圆形钢管7外径与矩形钢管6上开设圆孔直径相同,其两端焊接有圆形盖板11,内壁通长焊接有梅花型布置的注浆嘴8。

[0024] 如图3、图4所示,注浆嘴8为圆弧形圆管,圆弧内径为10~20cm,圆管直径为2~3cm。

[0025] 如图1、图2所示,斜梁9梁高等于抗滑桩3超出坡面的高度,宽与抗滑桩3宽度相等。

[0026] 如图4所示,圆形盖板11直径等于圆形钢管7的直径,中心焊接有注浆嘴8。

[0027] 浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构的施工方法,其施工步骤为:

[0028] (1)预制构件:在工厂预制矩形钢管6、圆形钢管7、圆形盖板11和封堵板13;矩形钢管6横截面长为1.5~2m,宽1~1.5m,内壁通长焊接有梅花型布置的注浆嘴8,在矩形钢管6短边两侧壁开设0.6~1m的圆孔,圆孔位于浅埋侧抗滑桩3桩顶以下3~4m处;圆形钢管7外径等于矩形钢管6上开设圆孔的直径,内壁通长焊接有梅花型布置的注浆嘴8;圆形盖板11的直径等于圆形钢管7的直径,其中心焊接注浆嘴8;封堵板13是直径为1~1.2m的圆形钢板;

[0029] (2)桩侧浆固层10施工:在隧道2开挖轮廓两侧2~3米处,沿布线方向开挖矩形桩孔,边开挖边插入矩形钢管6,直至桩底伸入滑移面以下的稳定岩层中,通过设置在矩形钢管6内壁上的注浆嘴8向矩形钢管6外侧压力注浆,在矩形钢管6外侧形成浆固层10;

[0030] (3)施工平台开挖:在浅埋侧抗滑桩3外侧开挖岩土体,在桩外侧形成一个施工平台,施工平台的标高低于浅埋侧抗滑桩3桩顶标高4~5m;

[0031] (4)注浆加固连梁4施工:沿浅埋侧矩形钢管6上预留圆孔向山体1内部开挖水平桩

孔,边开挖边插入圆形钢管7,圆形钢管7依次穿过浅埋侧矩形钢管6、山体1,并伸入同断面内深埋侧矩形钢管6内,保证圆形钢管7两端分别插入矩形钢管6内0.5~1.0m;通过设置在圆形钢管7内壁的注浆嘴8向圆形钢管7外侧压力注浆形成浆固层10,在圆形钢管7两端焊接圆形盖板11,通过设置在圆形盖板11上的注浆嘴8向钢管内注入混凝土形成注浆加固连梁4;

[0032] (5) 抗滑桩3浇筑:用直径1~1.2m的封堵板13焊接在浅埋侧矩形钢管6外侧的圆孔处封堵矩形钢管6,矩形钢管6内插入工字钢5,工字钢5翼缘距离矩形钢管6远离隧道2一侧20~30cm,腹板与隧道2走向垂直且与矩形钢管6中心线重合;然后在矩形钢管6内浇筑混凝土形成抗滑桩3,桩顶标高高出地面0.5~1m;

[0033] (6) 斜梁9施作:将坡面整平,沿坡面支模并绑扎钢筋,浇筑混凝土形成斜梁9;

[0034] (7) 隧道开挖施工:待所有断面的抗滑桩3和注浆加固连梁4施作完成并满足设计强度要求后,在抗滑桩3和注浆加固连梁4形成的封闭区域内开挖隧道2;

[0035] (8) 微型桩12及衬砌施工:边开挖隧道边采用高压旋喷法在隧道施工形成微型桩12,完成该断面浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构的施工后,施作衬砌;

[0036] (9) 按照步骤(2)~步骤(8)施工下一断面的浅埋偏压隧道围岩破碎段开挖防护结构。

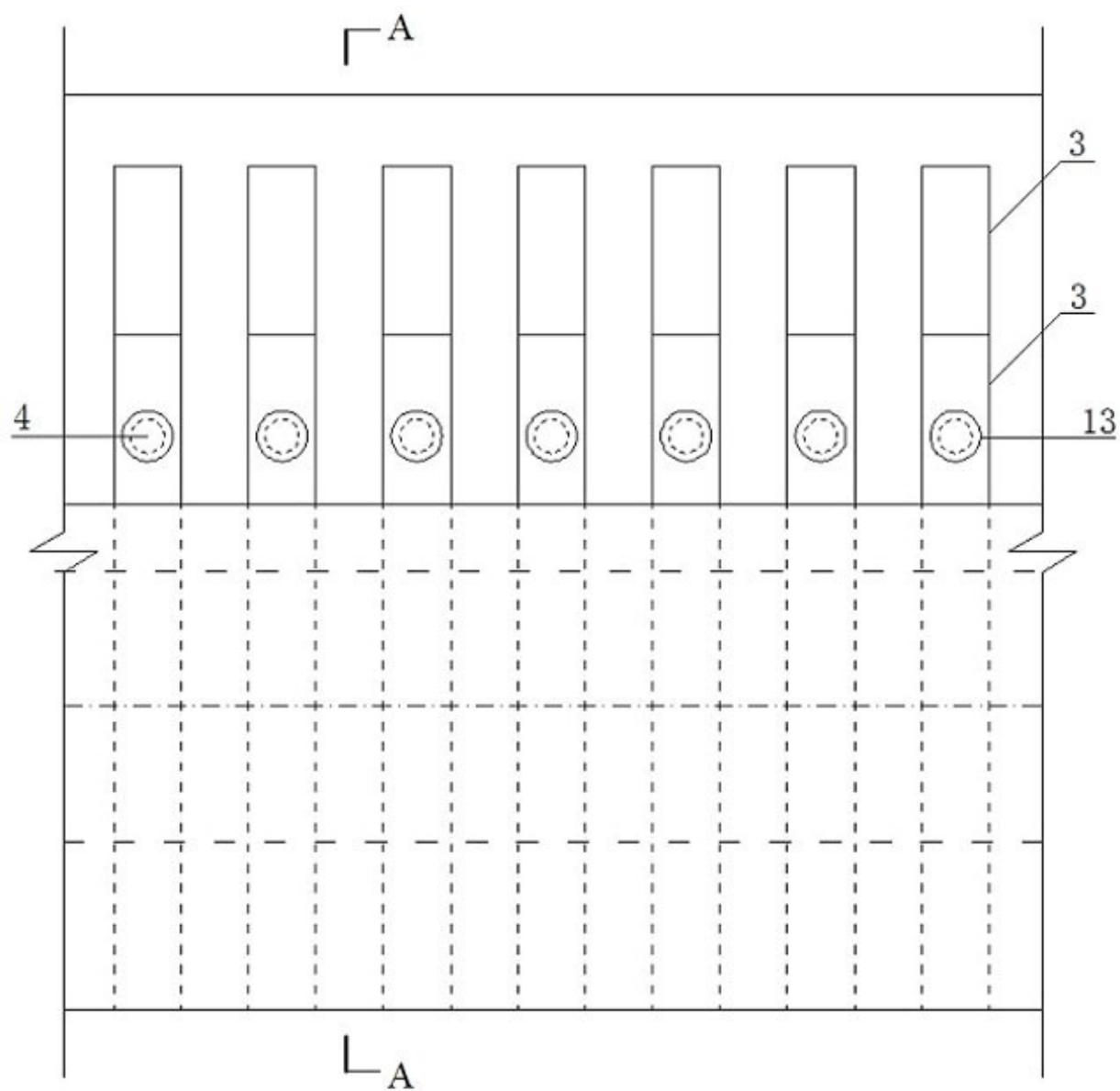


图2

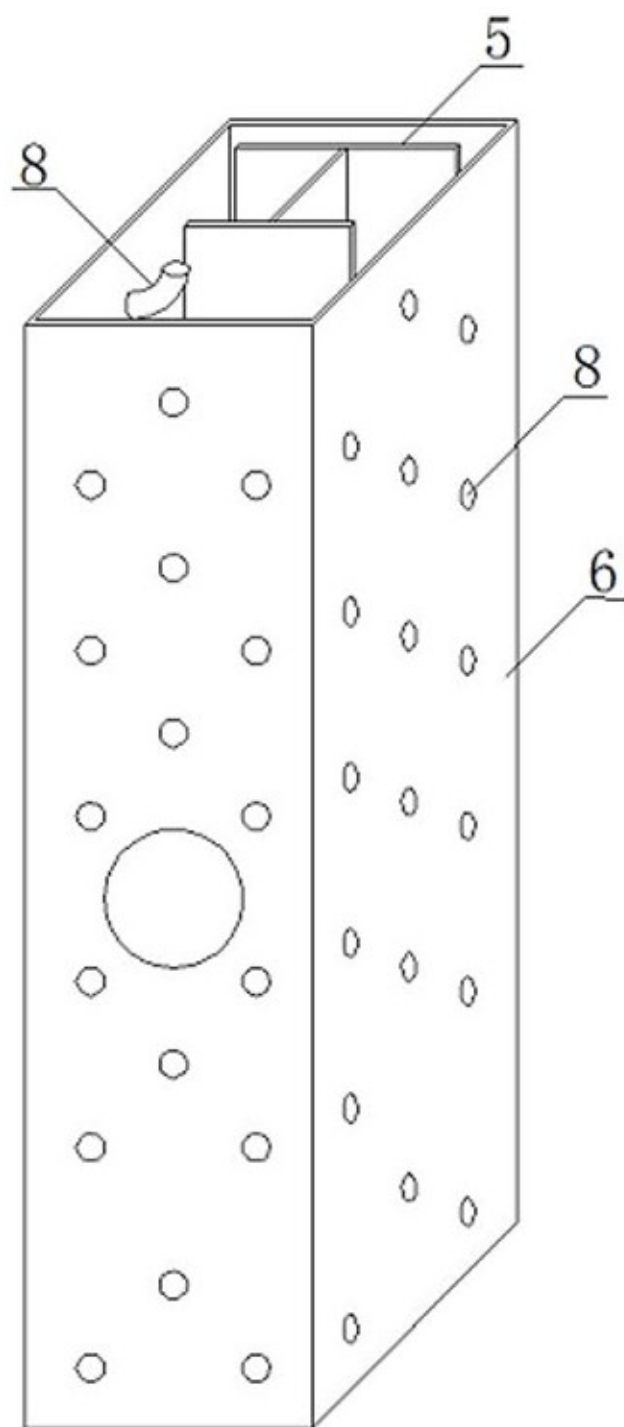


图3

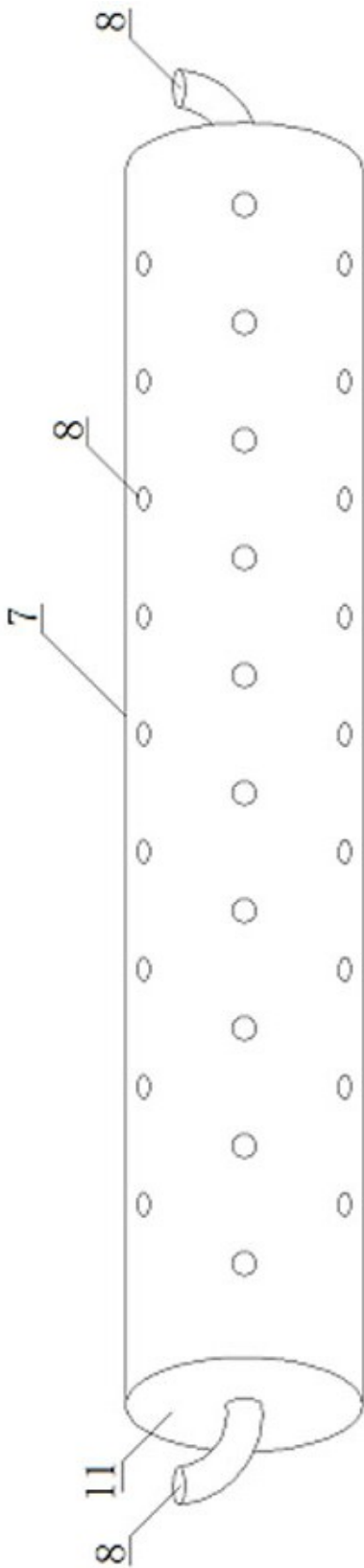


图4