



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207277295 U

(45)授权公告日 2018.04.27

(21)申请号 201720973665.X

(22)申请日 2017.08.04

(73)专利权人 北京中水科海利工程技术有限公司

地址 100038 北京市海淀区复兴路甲1号西
3区楼401室

专利权人 中国水利水电科学研究院

(72)发明人 刘致彬 赵妍 岳跃真 孙粤琳
王荣鲁 黄昊 张家宏 李蓉
瞿杨 孔祥芝

(51)Int.Cl.

E02B 9/06(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

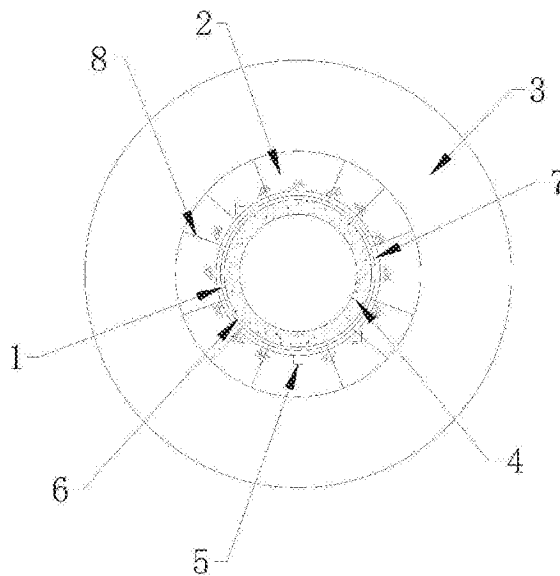
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)实用新型名称

承受高内外水压力的隧洞结构

(57)摘要

本实用新型公开了一种承受高内外水压力的隧洞结构,包括:若干围成圆形的扁千斤顶,扁千斤顶的外侧为围岩,围岩的外层为固结灌浆圈;排水系统,包括纵向排水槽、环向排水沟、排水层和排水孔,纵向排水槽开设在围岩表面的最低处,并与集水井连通;环向排水沟开设于扁千斤顶之间;排水层位于预应力砼衬砌与固结灌浆圈之间;所述排水孔的一端与环向排水沟连通,另一端穿过所述的围岩并靠近固结灌浆圈。本实用新型通过外加预应力法施加预应力,以抵消内水压力所产生的拉应力,通过固结灌浆及纵、横向排水系统及排水孔系统,以降低或消除衬砌承受的高外水压力,减小渗漏流量。



1. 一种承受高内外水压力的隧洞结构,其特征在于:包括:

若干围成圆形的扁千斤顶(1),所述扁千斤顶(1)的外侧为围岩(2),所述围岩(2)的外层为固结灌浆圈(3),

设置在扁千斤顶(1)内侧的预应力砼衬砌(4),

排水系统,包括纵向排水槽(5)、环向排水沟(6)、排水层(7)和排水孔(8),所述纵向排水槽(5)开设在围岩(2)表面的最低处,并与集水井连通;所述环向排水沟(6)开设于扁千斤顶(1)之间,且底端与纵向排水槽(5)连通;所述排水层(7)位于预应力砼衬砌(4)与固结灌浆圈(3)之间;所述排水孔(8)的一端与环向排水沟(6)连通,另一端穿过所述的围岩(2)并靠近固结灌浆圈(3)。

2. 根据权利要求1所述的一种承受高内外水压力的隧洞结构,其特征在于,所述排水孔(8)的内部设置有过滤排水花管,过滤排水花管带有封底(13)的一端插入排水孔(8)内,过滤排水花管包括管体(9),管体(9)上分布有若干层过滤无纺布物(10)。

3. 根据权利要求1所述的一种承受高内外水压力的隧洞结构,其特征在于,所述环向排水沟(6)的横截面为长方形或拱形。

4. 根据权利要求1所述的一种承受高内外水压力的隧洞结构,其特征在于,所述相邻的两个环向排水沟(6)之间的扁千斤顶(1)的数目为一个、二个或三个。

承受高内外水压力的隧洞结构

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种承受高内外水压力的隧洞结构。

背景技术

[0002] 压力隧洞的特点是：一是断面形状多为圆形，因其主要荷载为高内水压力及高外水压力，故圆形断面的受力条件较好，且断面湿周最小；二是洞身在岩体中开挖而成，岩体原有的平衡状态遭受破坏，可能产生较大变形或崩塌，故常常采取永久性衬砌以确保安全；三是洞身要承受高内外水压力及围岩压力等作用。因此，洞身衬砌要有足够的强度和抗渗漏功能。

[0003] 隧洞衬砌的主要目的是：承受高内水、外水压力及其他荷载；防止内水外渗，危及围岩及邻近建筑物的安全等。目前，常采用的衬砌型式有普通钢筋混凝土、预应力钢筋混凝土、钢板衬砌等。由于用钢筋来防止混凝土裂缝的发生，理论上和实践中都证明是行不通的，故国内外多采用有粘结或无粘结预应力钢筋混凝土衬砌隧洞，上述预应力混凝土均需耗费大量预应力高强、低松弛钢材和锚具以及相当多的普通钢筋，施工麻烦。同时，因沿程预应力损失，致使环向预压应力分布不均匀，受力状态欠佳。因此，选用外加预应力法，采用圆环形扁千斤顶施加预应力，不仅省去大量高强钢材，而且应力分布均匀，是一种经济、合理的选择。

[0004] 地下水的存在，一般来说，总是不利的因素，它除了使地质条件恶化之外，更会在隧洞衬砌外面产生很大的外水压力，而外水压力却是促使衬砌破坏的主要原因之一。岩体中的隧洞必须和岩体的埋藏特性、构造和水化学特性相适应，必须对岩体的裂隙度、透水程度以及地下水对岩石的溶解度进行详细调查，尤其是当断层、裂缝中夹有易被水侵蚀、淘刷的软弱填充物时，更不能忽视。应该指出，最危险的情况是由细沙和淤泥组成的含水层。在这种情况下，任何一种自然平衡的破坏、急剧的抽水或壅水都可能引起流沙移动，从而使得上部岩层发生滑动或坍塌。

[0005] 透水的和龟裂的岩体，常使雨水和位于隧洞高程以上的山溪、积雪和湖泊中的水流向深处，因而在隧洞衬砌外侧造成很大的外水压力。在原来没有地下水的岩体内，高压隧洞中的水也可能在长时间内缓慢地从隧洞内渗出，并填充在周围岩体的孔隙中。当以后隧洞放空时，衬砌就会在接近于内水压力强度的外水压力作用下被破坏。有些岩体中会有粘土层存在，它可能是原生的或由变质作用形成的。这种成层状的岩体有可能沿粘土层或其他岩层滑动，此时，地下水的存在是特别危险的因素。在这种情况下，岩层将发生较大的位移，岩石压力将随即急剧增大，被水润湿的云母页岩亦有这种危险。

[0006] 消除外水压力的有效方法是采用先“堵”后“排”的工程措施，所谓“堵”就是对衬砌外围岩进行固结灌浆，深入围岩一定深度钻孔，在压力下进行水泥灌浆，灰浆充填节理、裂隙渗漏通道，使围岩的整体性得到提高，同时提高其抗渗性和坚固性，以达到形成坚固的承载圈和密实的防渗圈的目的。但固结灌浆并不能完全截断渗流，为了收集并排走渗透过来的水流，尚需在衬砌背后设置排水系统。所谓“排”就是在衬砌层背后设置排水孔，并深入到

围岩一定深度,但不穿过固结灌浆层,将衬砌外的渗水排出隧洞外,以达到进一步降低衬砌外水压力的目的。在固结灌浆层和系统排水的共同作用下,使衬砌外水压力降至允许值以内。

[0007] 已建隧洞大多是以堵为主,堵、排结合的地下水防渗思想进行设计与施工,认为首先采取固结灌浆处理措施,形成良好的抗渗灌浆圈,可将高地下水压力控制在灌浆圈的外部,使灌浆圈围岩成为承受外水压力的主要结构,然后,对隧洞顶部和侧墙深入围岩一定深度钻排水孔,加强排水效果,以降低外水压力。对于压力隧洞的排水系统设计,则多是利用已有探洞、施工支洞或根据围岩地质构造等因素专门设计用于排水目的的排水洞,然后在洞内布置水平斜向和垂直斜向排水孔。排水洞的支护,Ⅱ、Ⅲ类围岩仅用喷混凝土支护,Ⅳ类围岩及破碎带地段则采用喷锚支护结构。

[0008] 消除或减小外水压力的有效工程措施是堵、排相结合的原则,堵即对衬砌外围岩进行固结灌浆,以降低围岩的渗透性。灌浆时间有两种:一是衬砌完成后进行,质量有保证,但对排水孔可能造成堵塞;二是超前预灌浆,即在洞开挖之前预灌浆后再开挖洞,灌浆质量有提高,但施工麻烦,难以推广。对压力隧洞的排水系统的设计,主要是设置排水洞,洞内布置排水孔。问题是排水洞的布置,当然是利用施工支洞或地质探洞,或开挖专供排水的水平坑道,或多或少地与隧洞轴线垂直布置。因为与压力隧洞平行布置的较大型排水洞是危险的。总之,压力隧洞的排水系统的出水口多不能在洞内,因为怕内水跑出去。但也有研究将排水管出口布置在洞内,此时出水口设有压力阀,当外水压力大于内水压力时,阀门打开,外水排入洞内;当外水压力小于内水压力时,阀门关闭,防止内水向外流出。由于压力阀经常失控,且不能消除外水压力,故尚未推广应用。

实用新型内容

[0009] 本实用新型的目的是提供一种通过先固结灌浆,然后设置纵、横向排水系统及排水孔系统,以降低或消除衬砌的承受的高外水压力的压力的隧洞结构。

[0010] 为了实现上述目的,本实用新型提供如下技术方案:

[0011] 本实用新型的一种承受高内外水压力的隧洞结构,其包括:

[0012] 若干围成圆形的扁千斤顶,扁千斤顶的外侧为围岩,围岩的外层为固结灌浆圈,

[0013] 设置在扁千斤顶内侧的预应力砼衬砌,

[0014] 排水系统,包括纵向排水槽、环向排水沟、排水层和排水孔,纵向排水槽开设在隧围岩表面的最低处,并与集水井连通;环向排水沟开设于扁千斤顶之间,且底端与纵向排水槽连通;排水层位于预应力砼衬砌与固结灌浆圈之间;所述排水孔的一端与环向排水沟连通,另一端穿过所述的围岩并靠近固结灌浆圈。

[0015] 所述排水孔的内部设置有过滤排水花管,过滤排水花管带有封底的一端插入排水孔内,过滤排水花管包括管体,管体上分布有若干层过滤排水无纺布。

[0016] 所述环向排水沟的横截面为长方形或拱形。

[0017] 所述相邻的两个环向排水沟之间的扁千斤顶的数目为一个、二个或三个。

[0018] 在上述技术方案中,本实用新型提供的一种承受高内外水压力的隧洞结构是通过采用外加预应力,可节省预应力钢材和锚具;提高预应力度,可节省大量普通钢筋。采用先堵后排措施,可消除衬砌上的外水压力,减小渗漏流量。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本实用新型中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1是本实用新型实施例提供的一种承受高内外水压力的隧洞结构的纵剖面示意图;

[0021] 图2是本实用新型实施例提供的一种承受高内外水压力的隧洞结构的横剖面示意图;

[0022] 图3是图1中过滤排水花管的结构示意图;

[0023] 图4是图1中A部的放大结构示意图之一;

[0024] 图5是图1中A部的放大结构示意图之一;

[0025] 图6是图1中B部的放大结构示意图;

[0026] 图7是本实用新型实施例提供的一种承受高内外水压力的隧洞结构施工工艺中固结灌浆圈灌浆结构示意图。

[0027] 附图标记说明:

[0028] 1、扁千斤顶;2、围岩;3、固结灌浆区;4、预应力砼衬砌;5、纵向排水槽;6、环向排水沟;7、排水层;8、排水孔;9、管体;10、过滤无纺布物;11、注浆管;12、气压止浆塞;13、封底;14、深层灌浆区;15、排水孔区;16、浅层灌浆区。

具体实施方式

[0029] 为了使本领域的技术人员更好地理解本实用新型的技术方案,下面将结合附图对本实用新型作进一步的详细介绍。

[0030] 参见图1-6所示;

[0031] 本实用新型的一种承受高内外水压力的隧洞结构,其包括:

[0032] 若干围成圆形的扁千斤顶1,扁千斤顶1的外侧为围岩2,围岩2的外层为固结灌浆圈3,

[0033] 设置在扁千斤顶1内侧的预应力砼衬砌4,

[0034] 排水系统,包括纵向排水槽5、环向排水沟6、排水层7和排水孔8,纵向排水槽5开设在围岩2表面的最低处,并与集水井(未图示)连通,通过排水泵将集水井中的水排往洞外;环向排水沟6开设于扁千斤顶1之间,且底端与纵向排水槽5连通;排水层6设置在围成圆形的扁千斤顶1与浅层灌浆区15之间;所述排水孔7的一端与环向排水沟6连通,另一端穿过所述的围岩2并靠近固结灌浆圈3。

[0035] 所述排水孔8的内部设置有过滤排水花管,过滤排水花管带有封底13的一端插入排水孔8内,过滤排水花管包括管体9,管体9上分布有若干层过滤无纺布物10。

[0036] 所述环向排水沟6的横截面为长方形或拱形。

[0037] 所述相邻的两个环向排水沟6之间的扁千斤顶1的数目为一个、二个或三个。

[0038] 本实用新型的一种承受高内外水压力的隧洞结构的施工工艺,其包括以下步骤:

[0039] 1)隧洞断面开挖完成后,首先进行固结灌浆处理;然后放样,将若干扁千斤顶1的

安装位置、纵向排水槽5、环向排水沟6以及排水孔8的位置予以确定；

[0040] 隧洞断面开挖完成后，并钻孔，孔深约为隧洞半直径，沿洞轴向排距及环向每排孔的间距均与灌浆压力、灌浆孔水泥浆的扩散半径等因素有关，需由现场试验确定。在所钻孔内插入注浆管11(如图7所示)，注浆管11上设置气压止浆塞12，注浆管11上位于气压止浆塞12的后端为深层灌浆区14，靠近围岩2的一端排水孔区15，排水孔区15与气压止浆塞12之间为浅层灌浆区16，以提高灌浆效果以提高灌浆效果，灌浆时，首先进行深层灌浆，气压止浆塞12位于1/2孔深处，灌浆压力2倍左右内水压力；打开气压止浆塞12的阀门，放掉空气，并向外拉出注浆管11，使气压止浆塞12距孔口约1/3孔深的位置时，充气止浆后进行浅层灌浆，灌浆压力稍低。针对洞壁普遍发生松弛裂隙破坏的情况下设计浅层灌浆配合深层灌浆以提高灌浆层的承载能力和抗渗性能；

[0041] 2) 在环向排水沟6内打排水孔8并安装过滤排水花管，完成后孔口用木塞堵住，以防杂物掉入孔内；最后在环向排水沟的围岩一面铺放若干层无纺布。

[0042] 3) 在隧洞开挖断面的底部开挖纵向排水槽5并以钢筋混凝土衬砌，除与环向排水沟6交叉部位外，其余部位均用薄钢板封住顶口，以防混凝土等落入槽内；

[0043] 4) 沿着隧洞中心线纵向均匀安装扁千斤顶1，用水泥砂浆封堵两侧缝隙；并埋入注浆管和排气管，以便进行扁千斤顶1背后的回填灌浆；

[0044] 5) 拔掉排水孔8上的木塞后，再安装环向排水沟6上部的钢板构件，用细铅丝将构件固定在地脚螺丝上。该构件与两侧扁千斤顶1接触部位的缝隙用水泥砂浆抹平，形成光滑曲面。应指出的是，纵向排水槽5、环向排水沟6交叉连接处要通畅；

[0045] 6) 浇筑隧洞衬砌混凝土待衬砌混凝土达到设计强度后，即可施加外预应力。

[0046] 本实用新型的衬砌混凝土内的巨大拉应力主要靠外加预应力法所产生的衬砌混凝土内的预压应力来抵消。至于高外水压力控制衬砌混凝土设计的压力隧洞，宜采用固结灌浆封堵及设置有效的排水系统相结合的措施。

[0047] 隧洞的衬砌混凝土厚度(不包括围岩超挖部分)，可根据强度、抗渗和构造要求，并结合圆环形扁千斤顶1施加外应力的施工方法经过综合分析计算确定，为洞径的1/10左右。若衬砌开裂后，造成内水外渗，会危及围岩稳定或邻近建筑物安全时，应按抗裂设计，可适当提高预应力度。衬砌不开裂，自然也不会出现内水外渗现象。由于采用外加预应力法，不需要任何额外支出，只需升高注浆压力，即可获得设计所需要的预压应力值。

[0048] 环向排水沟6的断面形状可以是矩形断面，如图4所示，也可以是城门洞形或抛物线型，如图5所示，环向排水沟6由围岩表面及薄钢板构成。其间距为一道或二、三道圆环形扁千斤顶1的宽度，根据地质和渗水情况而定。在环向排水沟6内则布置排水孔8。纵向排水槽5和环向排水沟的6交叉连接如图6所示。整个隧洞就构成了纵、横向排水网，最后直至汇流到集水井内，再通过水泵排往下游。

[0049] 以上只通过说明的方式描述了本实用新型的某些示范性实施例，毋庸置疑，对于本领域的普通技术人员，在不偏离本实用新型的精神和范围的情况下，可以用各种不同的方式对所描述的实施例进行修正。因此，上述附图和描述在本质上是说明性的，不应理解为本实用新型权利要求保护范围的限制。

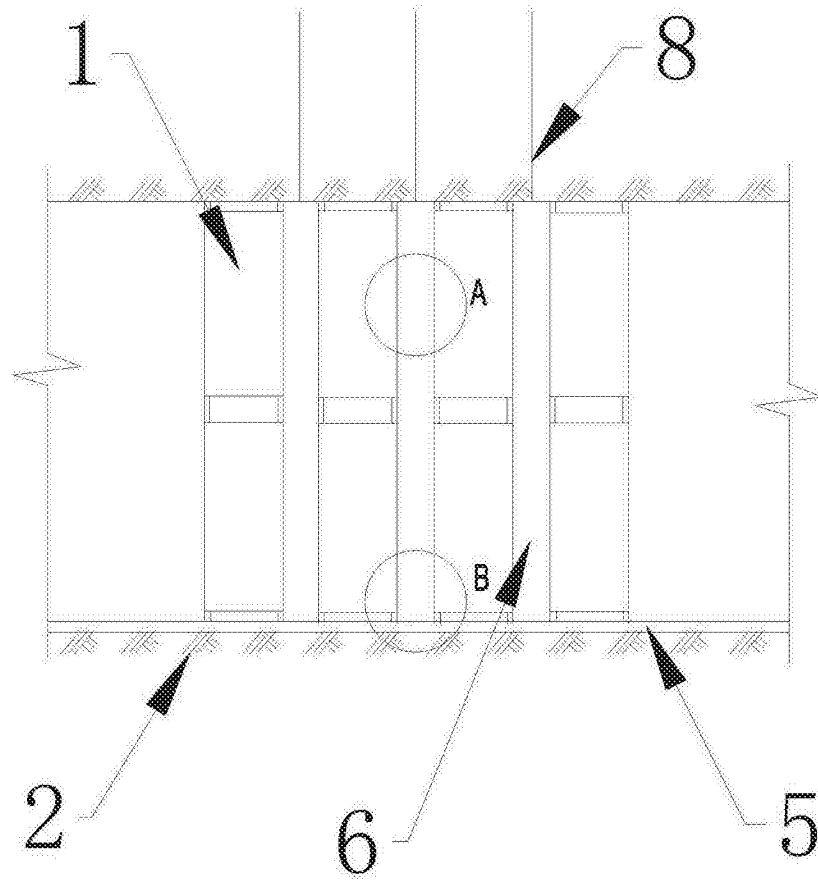


图1

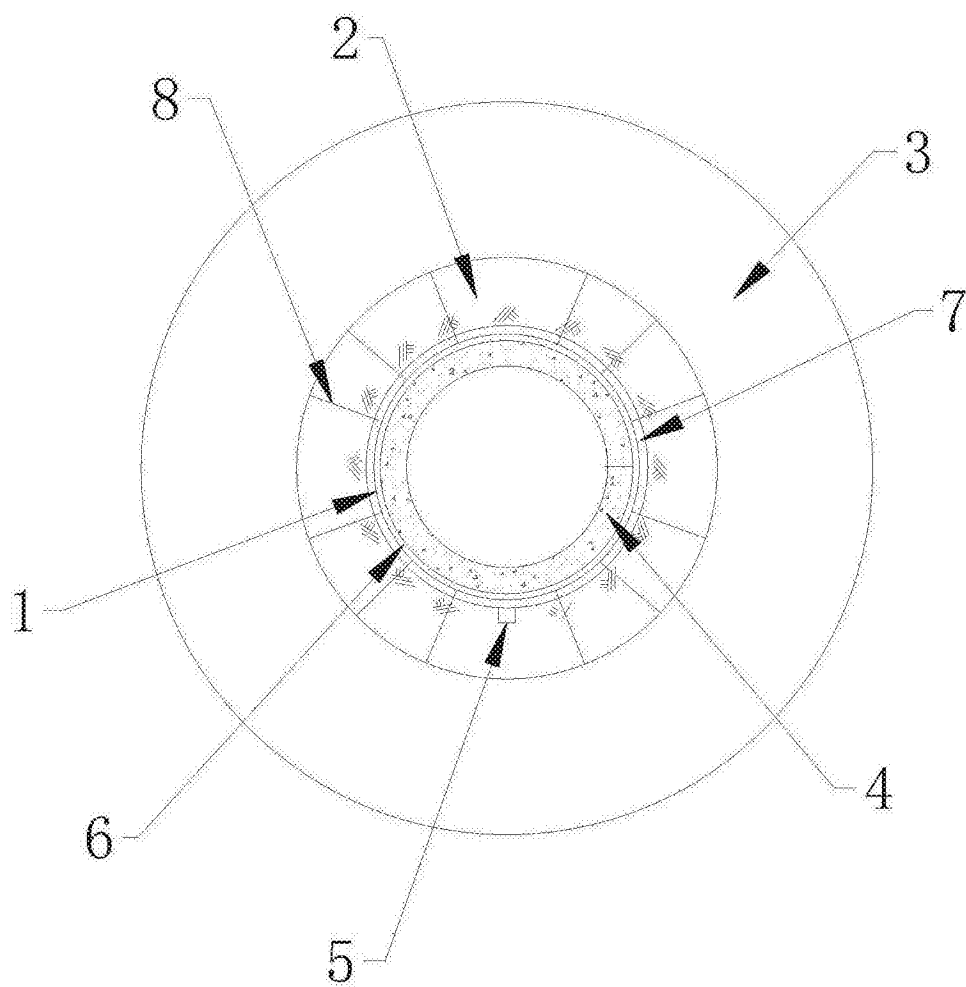


图2

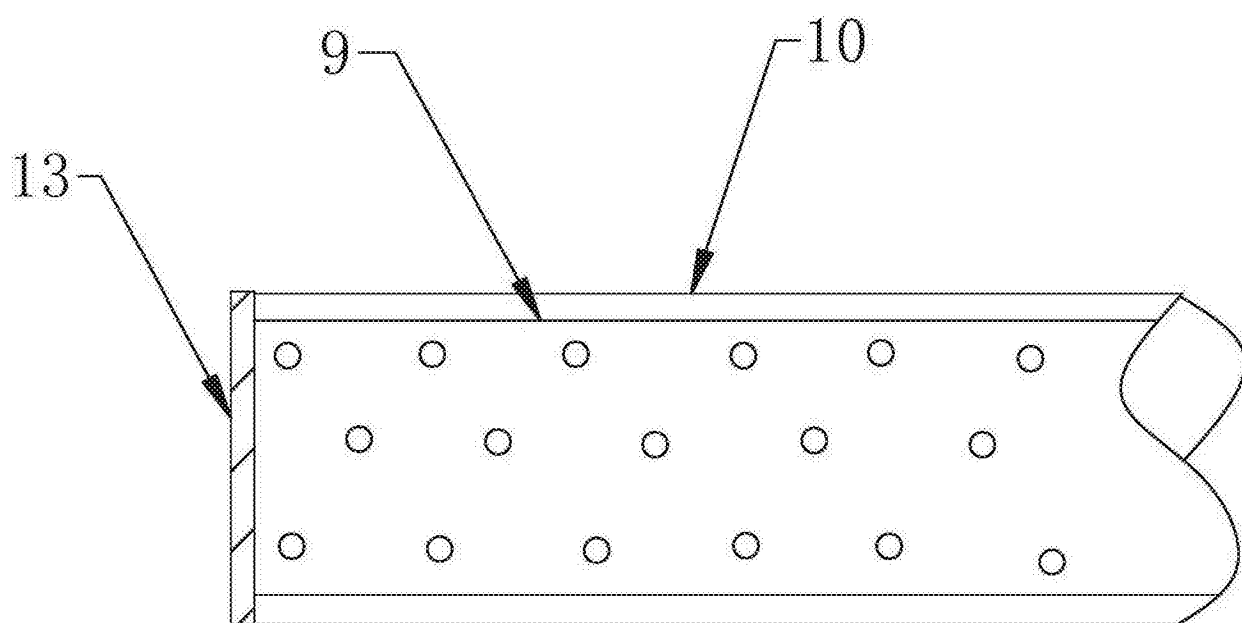


图3

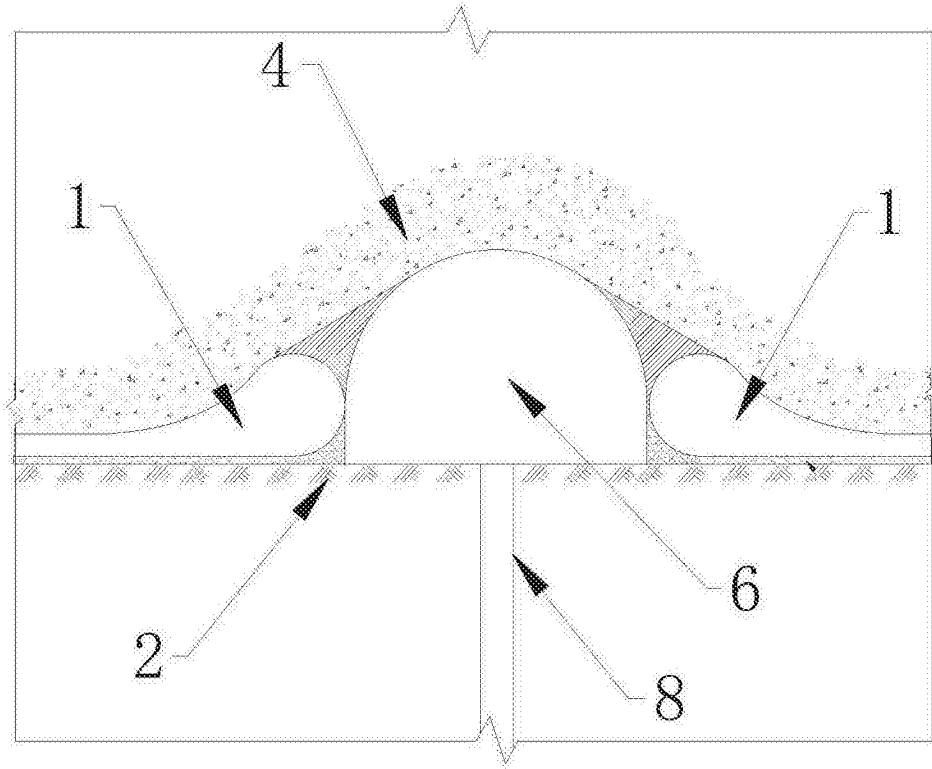


图4

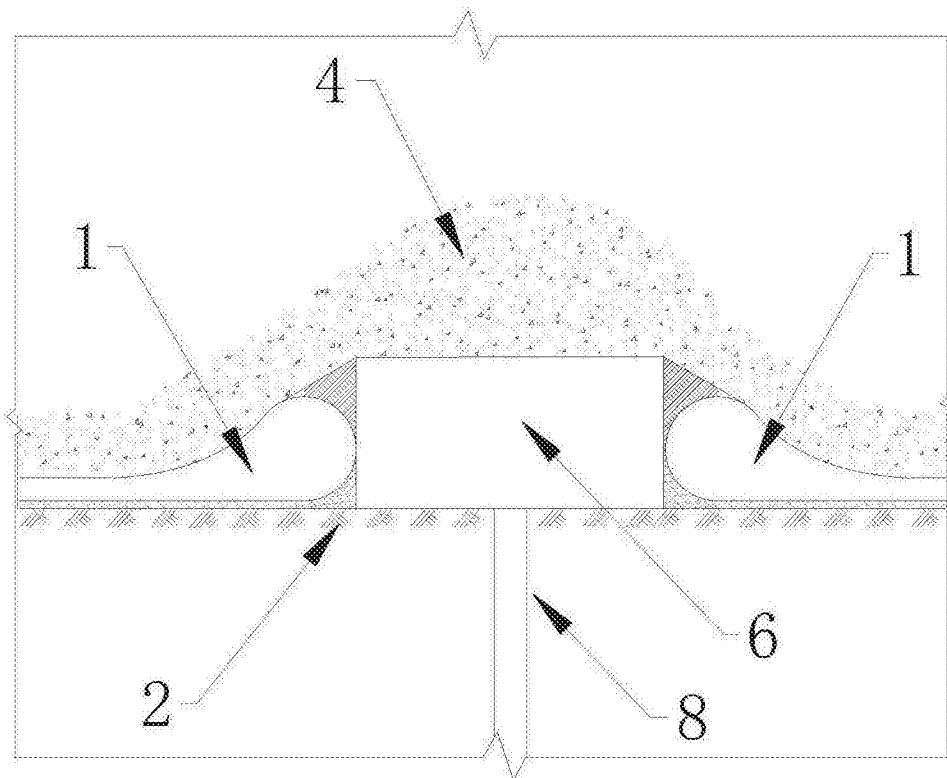


图5

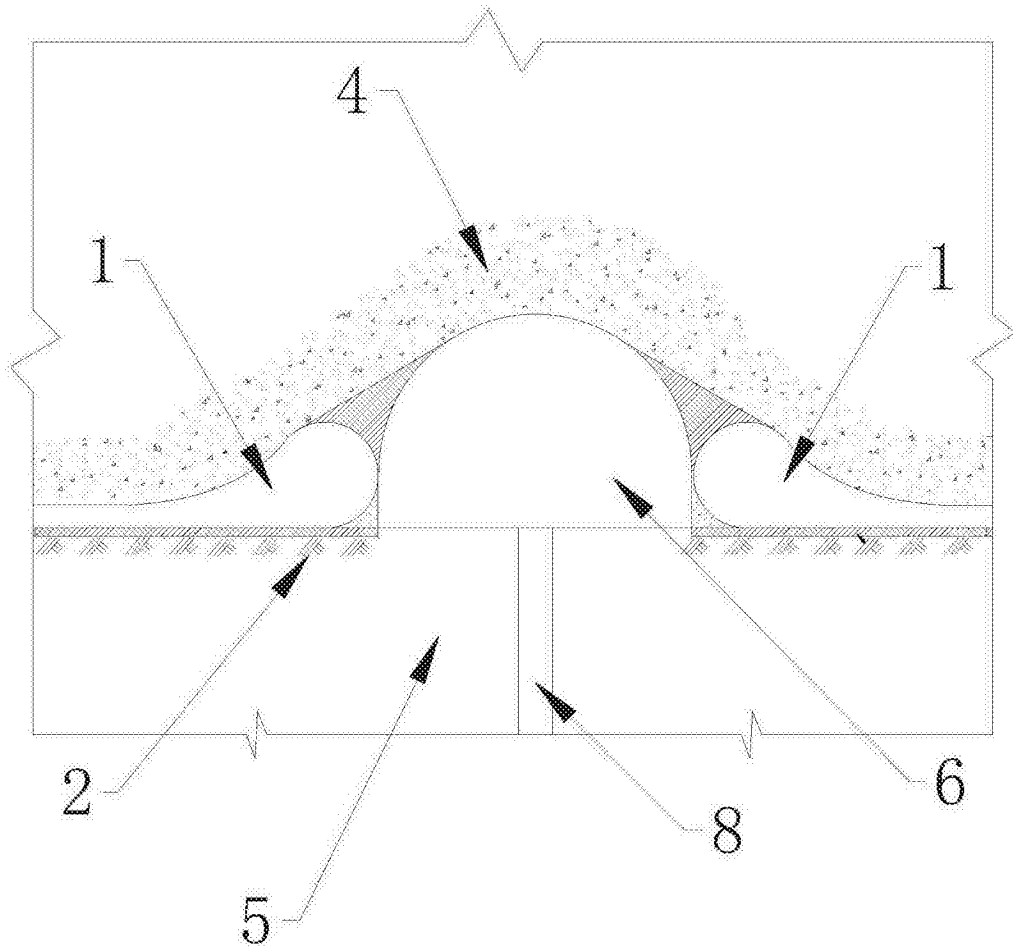


图6

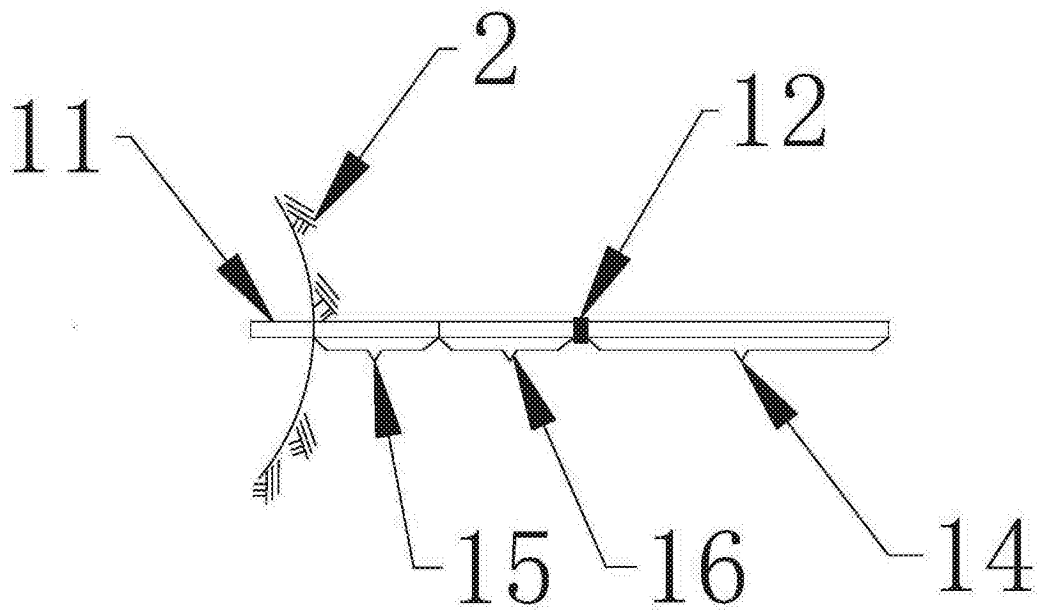


图7