



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107326876 A

(43)申请公布日 2017. 11. 07

(21)申请号 201710692371.4

(22)申请日 2017.08.14

(71)申请人 长江勘测规划设计研究有限责任公司

地址 430010 湖北省武汉市汉口解放大道  
1863号

(72)发明人 钮新强 曹去修 翁永红 廖仁强  
胡中平 郭艳阳 王英奎 胡清义  
周华 江义兰

(74)专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 陈家安

(51) Int. Cl.

E02B 8/06(2006.01)

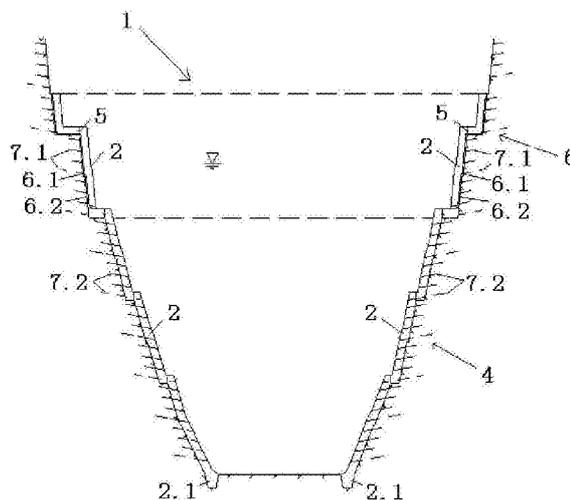
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

## (54)发明名称

非封闭无抽排水垫塘结构

## (57)摘要

本发明公布了非封闭无抽排水垫塘结构,它位于水垫塘(1)的两侧,它包括封闭式结构(3)和透水式结构(4);所述的封闭式结构(3)位于所述的水垫塘(1)两侧的中上方,且位于所述的透水式结构(4)上方;位于所述的封闭式结构(3)内相邻的混凝土墙面(2)之间结构缝内设置有止水结构(5),在所述的混凝土墙面(2)墙背设置有横向排水管(6.1)和纵向排水管(6.2),所述的横向排水管(6.1)与所述的纵向排水管(6.2)相互交织贯通形成排水管网(6);它克服了现有技术中存在止水破坏或排水系统失效造成的边墙失稳破坏的缺点,具有施工难度大大降低的优点。



1. 非封闭无抽排水垫塘结构,它位于水垫塘(1)的两侧,其特征在于:它包括封闭式结构(3)和透水式结构(4);所述的封闭式结构(3)位于所述的水垫塘(1)两侧的中上方,且位于所述的透水式结构(4)上方;在所述的水垫塘(1)的两侧连续浇筑有混凝土墙面(2);

位于所述的封闭式结构(3)内相邻的混凝土墙面(2)之间结构缝内设置有止水结构(5),在所述的混凝土墙面(2)墙背设置有横向排水管(6.1)和纵向排水管(6.2),所述的横向排水管(6.1)与所述的纵向排水管(6.2)相互交织贯通形成排水管网(6);

预先沿所述的封闭式结构(3)内的混凝土墙面(2)墙背向内钻有若干第一排水孔(7.1),

所述的排水管网(6)在所述的封闭式结构(3)的预埋走向与所述的第一排水孔(7.1)的走向保持一致;

所述的第一排水孔(7.1)出口与所述的排水管网(6)的出口嵌合并沿横向等间距布置在所述的封闭式结构(3)内混凝土墙面(2)的末端;

位于所述的透水式结构(4)内的混凝土墙面(2)墙背向内钻有若干第二排水孔(7.2),在每个所述的第二排水孔(7.2)出口上均套有套管。

2. 根据权利要求1所述的非封闭无抽排水垫塘结构,其特征在于:在所述的水垫塘(1)的底部采用自然地形或采用透水式结构。

3. 根据权利要求1或2所述的非封闭无抽排水垫塘结构,其特征在于:两侧所述的混凝土墙面(2)的底部均设置有向下凸起的齿槽(2.1)。

4. 根据权利要求3所述的非封闭无抽排水垫塘结构,其特征在于:所述的第二排水孔(7.1.1)的孔口在所述的透水式结构(4)的混凝土墙面(2)上沿横向和纵向均等间距布置。

5. 根据权利要求4所述的非封闭无抽排水垫塘结构,其特征在于:所述的第一排水孔(7.1)、第二排水孔(7.2)的出口的孔口走向均与水平面之间的夹角为10度且上扬布置。

## 非封闭无抽排水垫塘结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及到水利水电泄洪技术领域,更具体地说是非封闭无抽排水垫塘结构。

### 背景技术

[0002] 随着我国西南地区大型水利水电工程的建设,“高水头、大流量、窄河谷”等工程特点比较突出,泄洪消能安全是工程中研究的重点。在现有高拱坝工程泄洪消能设计中,几乎全部采用了坝身挑跌流的泄洪消能方式,这种消能方式具有工程结构简单、工期短及对泄流量、尾水深度变化适应性强等特点。由于高拱坝工程泄洪功率巨大,如何避免泄洪水流对下游河道造成严重冲刷,保障泄洪安全是工程设计中的研究重点。随着我国高拱坝工程的建设,经过“七五”到“九五”之间的技术攻关,现有高拱坝工程中,挑跌流泄洪消能方式均在下游设置全面衬砌的人工混凝土水垫塘进行消能。

[0003] 根据对水垫塘内水流流态的研究成果,水垫塘内的水流入水后呈现为明显的斜向淹没冲击射流流态,并在水垫塘水垫内形成淹没水跃,因此其基本流动结构为射流主流区+旋涡区的混合结构。其中主流区与各宏观旋涡区的交界区域是一层强紊动剪切作用区,主流在该区通过强烈紊动剪切和扩散作用使其有效机械能(动能)不断地被消刹,从而达到消能效果。由于水垫塘内水体强烈的紊动作用,对水垫塘边墙及底板产生较大的脉动压力,从而影响边墙及底板的稳定性。为了避免水垫塘内紊动水体进入墙背产生较大上举力,同时为了减少扬压力,现有高拱坝工程坝后水垫塘均采用封闭抽排的结构型式:在混凝土板块之间的结构缝内设置止水,在板块背面设置排水管网及排水廊道,将背面渗水通过排水管网汇入排水廊道内,并进一步汇集到集水井内,通过水泵排出。封闭抽排式水垫塘结构的边墙自上而下全部采用封闭式结构,边墙背面渗流场和水垫塘内水体完全隔开,墙背水位低且基本不存在脉动压力,因此影响边墙稳定的荷载条件较明确,边墙稳定不受塘内动水压力和水位骤降影响,边墙稳定性较好。

[0004] 但封闭抽排式水垫塘结构的止水和排水系统复杂,在正常运行期需持续抽排,长期运行维护,工程投资及运营成本较大,并且存在止水破坏或排水系统失效造成的边墙失稳破坏的安全风险。

[0005] 近些年,随着我国西南地区混凝土高拱坝的兴建,坝址深厚覆盖层及深水垫成为泄洪消能建筑物设计的一个重要特点,因此可以充分利用河道天然水垫消能,从而使得简化水垫塘防护设计成为可能,如采用护岸不护底的水垫塘方案。该水垫塘方案底部无混凝土衬砌,若仍然采用封闭抽排的结构型式,为防止水垫塘内水体通过底部绕渗至边墙背面,需要在边墙底部设置防渗帷幕,增大了施工难度及工程投资,且可靠性难以保证。同时,由于狭窄河谷的边坡高陡,水垫塘两侧混凝土边墙高度较高,边墙的止水和排水系统较为复杂,存在止水破坏及排水系统失效造成局部边墙失稳的风险,若排水系统堵塞检修难度大。封闭抽排式结构在正常运行期需持续抽排,长期运行维护,运营成本较高。若能够提出一种非封闭式的水垫塘结构,同时取消抽排,则可大大简化水垫塘结构设计、减小施工难度、降低施工风险,并且可减少运营成本。

## 发明内容

[0006] 本发明目的在于克服上述背景技术的不足之处,而提出非封闭无抽排水垫塘结构。

[0007] 本发明的技术方案是通过如下技术方案来实施的:非封闭无抽排水垫塘结构,它位于水垫塘的两侧,它包括封闭式结构和透水式结构;所述的封闭式结构位于所述的水垫塘两侧的中上方,且位于所述的透水式结构上方;在所述的水垫塘的两侧连续浇筑有混凝土墙面;

[0008] 位于所述的封闭式结构内相邻的混凝土墙面之间结构缝内设置有止水结构,在所述的混凝土墙面墙背设置有横向排水管和纵向排水管,所述的横向排水管与所述的纵向排水管相互交织贯通形成排水管网;

[0009] 预先沿所述的封闭式结构内的混凝土墙面墙背向内钻有若干第一排水孔,

[0010] 所述的排水管网在所述的封闭式结构的预埋走向与所述的第一排水孔的走向保持一致;

[0011] 所述的第一排水孔出口与所述的排水管网的出口嵌合并沿横向等间距布置在所述的封闭式结构内混凝土墙面的末端;

[0012] 位于所述的透水式结构内的混凝土墙面墙背向内钻有若干第二排水孔,

[0013] 在每个所述的第二排水孔出口上均套有套管。

[0014] 在上述技术方案中:在所述的水垫塘底部采用自然地形或采用透水式结构。

[0015] 在上述技术方案中:两侧所述的混凝土墙面的底部均设置有向下凸起的齿槽。

[0016] 在上述技术方案中:所述的第二排水孔的孔口在所述的透水式结构的混凝土墙面上沿横向和纵向均等间距布置。

[0017] 在上述技术方案中:所述的第一排水孔、第二排水孔的出口的孔口走向均与水平面之间的夹角为10度且上扬布置。

[0018] 本发明包括如下优点:1、取消了底部排水廊道,及底部防渗帷幕及排水幕,取消了封闭抽排系统,施工难度大大降低。

[0019] 2、在正常运行期及检修期间,水垫塘山体及墙背的渗水主要通过排水孔排出,不必进行抽排,运行管理方便。

[0020] 3、减小了边墙封闭区的高度,止水破坏及排水系统失效造成局部边墙失稳的风险亦较小。

[0021] 4、封闭部位的边墙表面排水口可结合边坡马道布置,且可以根据排水口的排水情况判断墙背排水管网运行状况,检查直观,运行维护相对方便。

[0022] 5、非封闭无抽排水垫塘结构型式的锚固工程量较大,但渗控工程、边墙混凝土、止水、排水管网、抽排水系统等工程量显著减小。以乌东德工程为例,相对于封闭抽排式水垫塘边墙方案,不考虑取消抽排的运行维护费用,可节省工程直接投资约3000万。

## 附图说明

[0023] 图1为水垫塘与坝体的结构布置图。

[0024] 图2为本发明的整体结构布置图。

[0025] 图3为本发明中一侧封闭式结构和透水式结构的结构示意图。

[0026] 图4为本发明中排水管网和排水孔的结构布置图。

[0027] 图中：水垫塘1、混凝土墙面2、封闭式结构3、透水式结构4、止水结构5、排水管网6、横向排水管6.1、纵向排水管6.2、第一排水孔7.1、第二排水孔7.2、大坝8、上游水面9、下游水面10。

### 具体实施方式

[0028] 下面结合附图详细说明本发明的实施情况，但它们并不构成对本发明的限定，仅作举例而已；同时通过说明对本发明的优点将变得更加清楚和容易理解。

[0029] 参照图1-4所示：非封闭无抽排水垫塘结构，它位于水垫塘1的两侧，

[0030] 它包括封闭式结构3和透水式结构4；所述的封闭式结构3位于所述的水垫塘1两侧的中上方，且位于所述的透水式结构4上方；在所述的水垫塘1的两侧连续浇筑有混凝土墙面2；

[0031] 位于所述的封闭式结构3内相邻的混凝土墙面2之间结构缝内设置有止水结构5，在所述的混凝土墙面2墙背设置有横向排水管6.1和纵向排水管6.2，所述的横向排水管6.1与所述的纵向排水管6.2相互交织贯通形成排水管网6；

[0032] 预先沿所述的封闭式结构3内的混凝土墙面2墙背向内钻有若干第一排水孔7.1，

[0033] 所述的排水管网6在所述的封闭式结构3的预埋走向与所述的第一排水孔7.1的走向保持一致；

[0034] 所述的第一排水孔7.1出口与所述的排水管网6的出口嵌合并沿横向等间距布置在所述的封闭式结构3内混凝土墙面2的末端；

[0035] 位于所述的透水式结构4内的混凝土墙面2墙背向内钻有若干第二排水孔7.2，在每个所述的第二排水孔7.2出口上均套有套管。

[0036] 在所述的水垫塘1的底部采用自然地形或采用透水式结构。

[0037] 两侧所述的混凝土墙面2的底部均设置有向下凸起的齿槽2.1。

[0038] 所述的第二排水孔7.1的孔口在所述的透水式结构4的混凝土墙面2上沿横向和纵向均等间距布置；所述的第一排水孔7.1、第二排水孔7.2的出口的孔口走向均与水平面之间的夹角为10度且上扬布置。

[0039] 本发明还包括一种施工方法：步骤①：水垫塘1布置及结构尺寸确定

[0040] 结合枢纽布置及泄洪消能方案，确定水垫塘1的具体布置方案及结构型式；根据水力计算及水工模型试验成果，确定水垫塘长度、宽度及底高程等主要结构尺寸。

[0041] 步骤②：水垫塘边坡开挖

[0042] 根据水垫塘1结构需要，结合地形地质条件，对水垫塘1边坡进行开挖，开挖坡比及开挖厚度应满足水垫塘边坡的整体稳定。

[0043] 步骤③：水垫塘边坡支护

[0044] 水垫塘边坡开挖过程中，表面卸荷可能引起边坡局部稳定性问题，同时岩体结构面可能构成不稳定块体，因此需要对水垫塘边坡坡面进行支护，包括系统支护、随机支护和深层支护等，以及第一排水孔7.1和第二排水孔7.2的实施。

[0045] 步骤④：水垫塘边墙结构施工

[0046] 水垫塘1边坡开挖完成后,对水垫塘边墙混凝土墙面2进行施工,主要包括基岩面清理、锚固措施施工、钢筋绑扎、止水结构5、排水管网6及第一排水孔7.1、第二排水孔7.2的安装、混凝土浇筑等施工项目,各项施工项目应满足相关规程规范及施工技术要求的規定。

[0047] 非封闭无抽排水垫塘结构型式在具体实施过程中的主要技术要求如下:

[0048] (1) 非封闭无抽排的水垫塘结构包括封闭式结构3和透水式结构4两种边墙结构型式,一般来讲,封闭式结构3应布置在水面波动剧烈、水体紊动强烈的区域(图中箭头表示水流方向,小三角形表示水位线)。

[0049] (2) 封闭式结构3结构范围内,混凝土墙面2板块通过设置止水结构5等方式形成整体式封闭结构,墙背布置了横向排水管6.1和纵向排水管6.2,并将边坡内通过边坡排水孔7.1排出的渗水集中汇至封闭区边墙表面的第一排水口7.1集中排出。封闭区范围内的边墙结构应保证整体封闭的可靠性,以及墙背排水管网的畅通。

[0050] (3) 封闭式结构3的混凝土墙面2表面的第一排水孔7.1根据需要布置,数量不宜过多,以防止水垫塘1内紊动水体通过表面第一排水孔7.1传递至混凝土墙面2背面。表面第一排水孔7.1可结合边坡马道布置,并布置在水垫塘1正常运行水位以上,以便于通过表面第一排水孔7.1的排水情况直观判断封闭式结构排水系统的运行状况。

[0051] (4) 透水式结构4内的混凝土墙面2的第二排水孔7.2直接引出至混凝土墙面2的表面,边坡内通过边坡排水孔7.1排出的渗水通过第二排水孔7.2直接排出至水垫塘1内,第二排水孔7.2孔径及间排距与边坡排水孔7.1一致。为提高透水区边墙的排水效果,该范围内的排水孔数量可适当加密,并在排水孔内设孔内保护以防止堵塞。表中为采用非封闭无抽排水垫塘结构的工程量及设计概算对比表

[0052]

序号	项目	工程量			单价 (元)	设计概算 差值 (万元)
		单位	可研阶 段	专题报 告		
1	水垫塘边墙结构					
	石方槽挖	m <sup>3</sup>	80508	66576	129.47	-180.38
	山体排水洞洞挖(断面≤20m <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	9002	0	242.34	-218.15
	水垫塘岸坡混凝土 C50(二)	m <sup>3</sup>	13205	8583	688.54	-318.24
	水垫塘岸坡混凝土 C25(三)	m <sup>3</sup>	249996	220883	540.51	-1573.59
	钢筋	t	6320	5575	5789.14	-431.29
	铜止水	m	34476	6128	763.53	-2164.45
	锚杆 Φ36, L=9m	根	15528	24813	835.58	+775.84
	锚筋桩 3Φ28, L=12m	根	3384	10437	2439.4	+1720.51
	锚筋桩 3Φ32, L=12m	根	0	7024	2739.54	+1924.25
	排水孔(Φ76、Φ91)	m	34198	48677	170.65	+247.08
	Φ200 软式透水管外包无纺工业布	m	11739	4696	80	-56.34
	Φ300 软式透水管外包无纺工业布	m	26050	10420	120	-187.56
2	渗控工程					
	帷幕灌浆钻孔(Φ56-76)	万 m	3.02	1.11	281	-536.75
	帷幕灌浆(抗)(单耗 150kg/m)	T	4530	1668	4006	-1146.52
	镶铸孔口管	套	581	151	3161	-135.86
	排水孔(Φ91-110)	万 m	5.81	1.14	170	-793.61
	排水孔孔口装置	套	1120	325	500	-39.76
	排水孔孔内保护	万 m	1.45	0.28	20	-23.44
总计:						-3138.27

[0053] 上述未详细说明的部分均为现有技术。

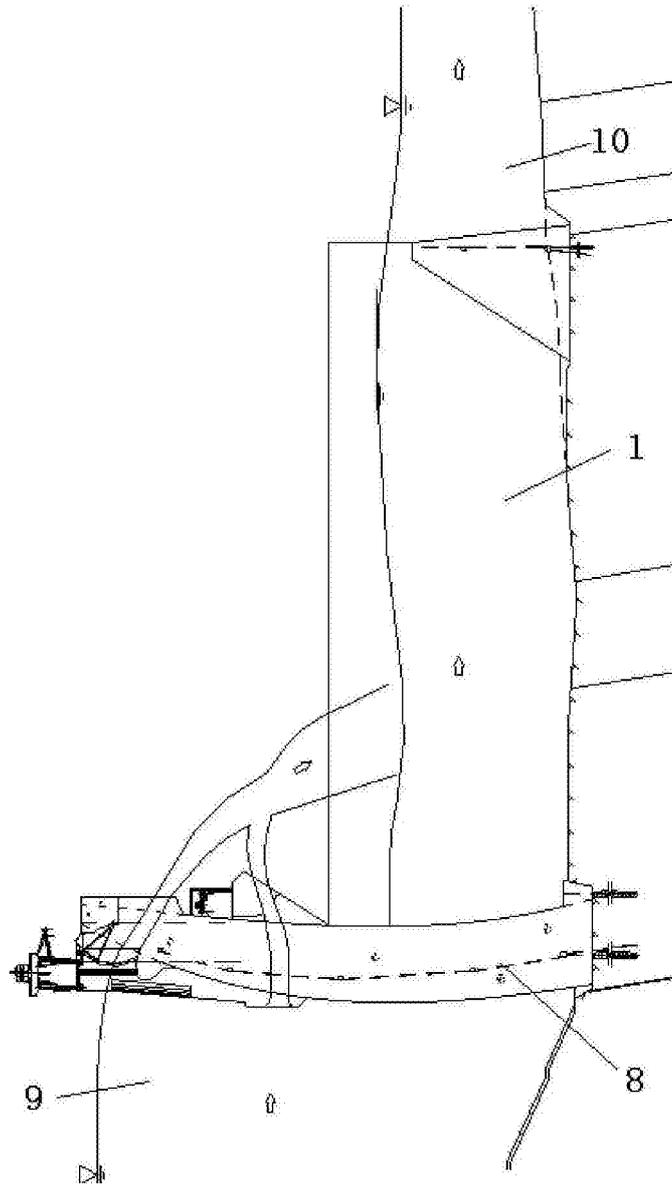


图1

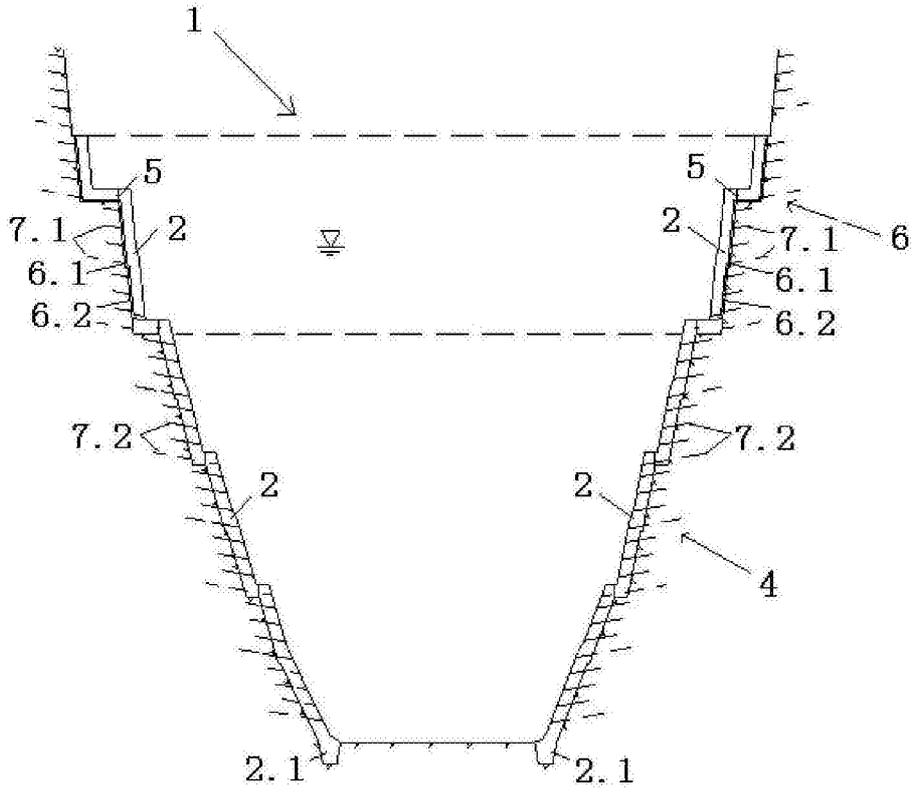


图2

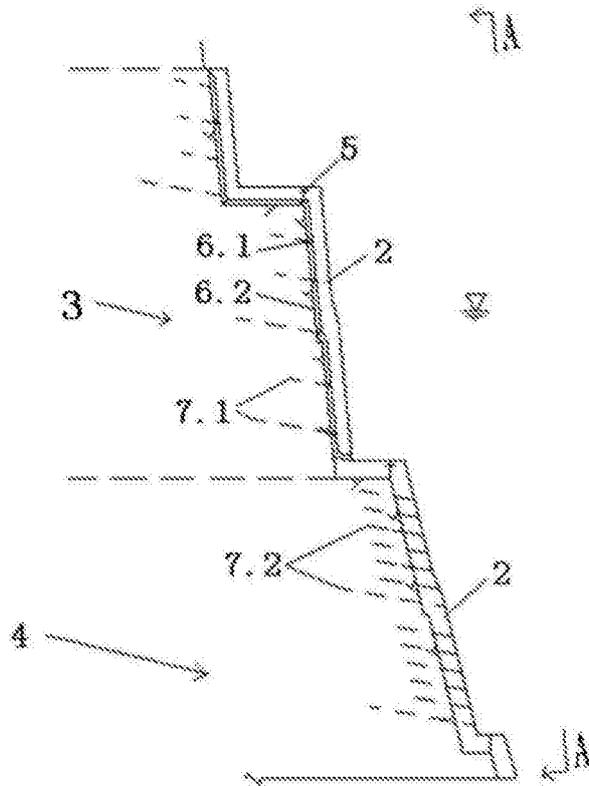


图3

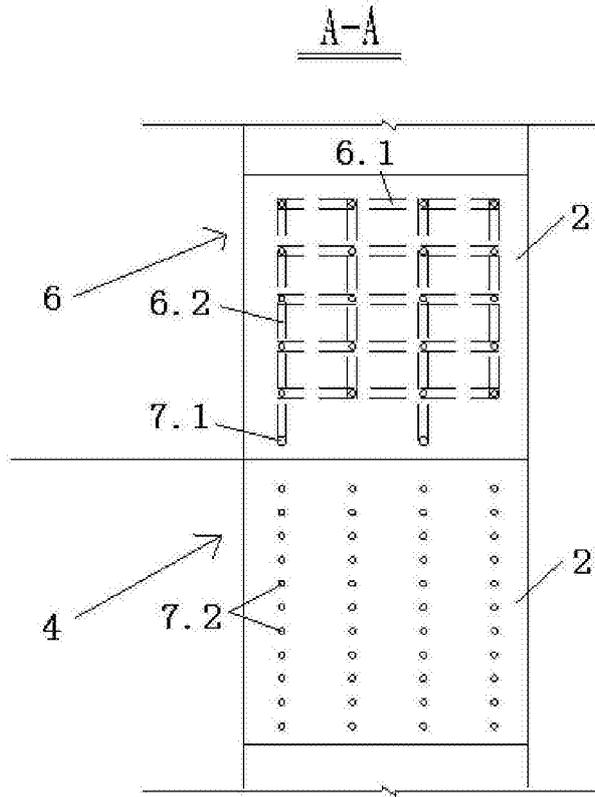


图4