



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109537537 A

(43)申请公布日 2019.03.29

(21)申请号 201811456624.9

(22)申请日 2018.11.30

(71)申请人 河北海王水工机械有限公司

地址 055550 河北省邢台市宁晋县大陆村
工业园永安街9号

(72)发明人 郭江 孙建峰 郭宗信 刘子亭
张喜 季仁保 杨子魁 冯天权
李培增 张文锁

(74)专利代理机构 石家庄开言知识产权代理事
务所(普通合伙) 13127

代理人 赵俊娇

(51)Int.Cl.

E02B 7/26(2006.01)

E02B 7/54(2006.01)

E02B 7/34(2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种量测水方法及其装置

(57)摘要

本发明公开了一种量测水方法及其装置,本发明的方法及其装置改变传统薄壁堰的固定形式,在堰板两端安装起升机构,通过升降机构带动,从而借助调整堰板的高度,实现薄壁堰高度可调。在将堰板下移至控流与量水状态时,水从堰板顶部流过,并通过控制堰板下移量来调节流量,而该堰板上游2~5倍堰顶最大水头处设置有水位观测点,以测量过堰水头;此时整个堰门形成一个薄壁堰,在堰板某一预定高度下,通过计量堰上水头和堰门的结构尺寸,计算出流过堰门的流量。可克服常规薄壁堰的适用限制要求和弊端,能把矩形薄壁堰这种实验室精度级别的量水设备应用到田间和渠系。

1. 一种量测水方法, 其特征在于, 该方法通过调整堰板的高度, 实现薄壁堰高度可调, 在将堰板下移至控流与量水状态时, 水从堰板顶部流过, 并通过控制堰板下移量来调节流量, 而该堰板上游2~5倍堰顶最大水头处设置有水位观测点, 以测量过堰水头; 此时整个堰门形成一个薄壁堰, 在堰板某一预定高度下, 通过计量堰上水头和堰门的结构尺寸, 计算出流过堰门的流量。

2. 根据权利要求所述1的一种量测水方法, 其特征在于, 该方法具有如下三个工作状态:

(1) 挡水状态, 此工况下, 堰板全部升起, 作为一个挡水用途的闸门;

(2) 控流与量水状态, 此工况下, 堰板下移, 水从堰板顶部流过, 以测量流过堰门的流量;

(3) 排水与冲淤状态, 此工况下, 堰板下降到上缘与渠底平齐用以进行排水、冲沙清淤操作。

3. 根据权利要求所述2的一种量测水方法, 其特征在于, 当所述薄壁堰为堰门宽度与渠道宽度相同的全宽堰时, 在工作状态 (3) 能利用足够长度的行近槽, 可以用标准断面量水法量测流量, 其流量公式为:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

式中: Q——流量 (m³/s);

A——过水断面面积 (m²);

n——渠床糙率;

R——过水断面的水力半径 (m), $R = A/X$;

X——湿周 (m);

I——渠内水面比降。

4. 根据权利要求所述1的一种量测水方法, 其特征在于:

该方法应用于全宽堰时, 控制控制堰板下移量使得 $0 < H/P < 6$, 构成一全宽堰, 且计算出流过堰门的流量的公式为:

$$Q = mb\sqrt{2g}H^{1.5}$$

式中: Q——过堰流量 (m³/s);

m——流量系数,

$m = 0.407 + 0.0533H/P$;

b——堰口宽度 (m);

H——堰上水头 (m);

P——堰高 (m)。

5. 根据权利要求所述1或2所述的一种量测水方法, 应用于收缩堰时, 其特征在于:

因该收缩堰设有侧收缩壁, 此时有侧收宽度T大于零, 采用侧收缩堰流量公式计算:

$$Q = m_0 b \sqrt{2g} H^{1.5}$$

式中: Q——过堰流量 (m³/s);

m_0 ——流量系数,

$$m_0 = \left[0.405 + \frac{0.0027}{H} - 0.03 \frac{B-b}{B} \right] \left[1 + 0.55 \left(\frac{H}{H+P} \right)^2 \left(\frac{b}{B} \right)^2 \right] ;$$

B——行近渠宽度(m)；

b——堰口宽度(m)；

H——堰上水头(m)；

P——堰高(m)。

流量公式应用条件：

$H/P < 0.5$ ，

$b > 0.15\text{m}$ ，

$P > 0.10\text{m}$ 。

6. 一种量测水装置，设于水渠之中，其特征在于，该装置包括：可上下移动的堰板、设于其两端的立柱，以及能调整堰板的高度的起升机构，且该水渠的渠底之下设有一堰板容置槽以能容纳移动的堰板，该堰板上游2~5倍堰顶最大水头处设置有水位观测点，以测量过堰水头。

7. 根据权利要求所述6的一种量测水装置，其特征在于，该堰板宽度应比水渠渠道宽度宽，宽出来的部分安装在立柱止水槽内。

8. 根据权利要求所述7的一种量测水装置，其特征在于，立柱止水槽内设有与该堰板配合的活动止水结构，以保证堰板工作时不从侧面漏水，且该堰板容置槽上端设有与该堰板配合的活动密封结构以避免泥沙进入。

9. 根据权利要求所述6的一种量测水装置，其特征在于，两个所述立柱内侧之间的距离与水渠渠道宽度相等或小于水渠渠道宽度。

10. 根据权利要求所述6的一种量测水装置，其特征在于，该水渠渠底以下设置有沉沙池，该沉沙池内设置有用于抽出淤泥潜污泵，以保证该堰板能下潜到渠底以下。

一种量测水方法及其装置

技术领域

[0001] 本发明涉及水工建筑物领域,尤指一种量测水方法及其装置。

背景技术

[0002] 薄壁堰是一款经典的明渠量水设备,技术成熟,理论基础坚实,是比较精准的量水设备。在现行的水利行业标准《水工建筑物与堰槽测验规范》(SL 537)、国家标准《灌溉渠道系统量水规范》(GB/T 21303)、《取水计量导则》(GB/T 28714)、国家计量检测标准《明渠堰槽流量计计量检定导则》(JJG(水利) 004)以及国际标准《明渠流量测验——薄壁堰》(ISO 1438)中均收录了薄壁堰,对其测验方法和适用条件作了规定,计量精度可达到1.5%~3.0%。

[0003] 薄壁堰堰板应与侧墙和水流方向垂直,堰口应制成锐缘,锐缘水平厚度为0.001m~0.002m,当厚度大于这个尺寸时,缺口下缘要加工成斜面,并使堰顶下游斜面和堰顶的夹角不宜小于45°(见图1)。

[0004] 矩形薄壁堰通水测流时,水流通过薄壁堰板形成的水舌完全挑离堰顶射出,水舌下表面应与大气接触、通气良好,全宽矩形薄壁堰为保证水舌稳定需在堰后侧壁上设通气管。下游最高水位应低于堰顶0.1m,堰上水头应大于0.03m。

[0005] 水头测量断面应设置在距堰口上游2~5倍堰顶最大水头处。薄壁量水堰水尺零点高程与堰顶高程相同,水尺零点高程通过水准仪测量确定。当堰口宽(b)与行近渠宽(B)之比 $b/B \geq 0.5$ 时,行近渠槽的长度至少应为槽宽的10倍;当 $b/B < 0.5$ 时,可适当缩短。行近渠槽应保持断面统一整齐、顺直。

[0006] 由于薄壁堰结构简单,装设容易,造价较低,广泛用于水力学、水工实验室及灌排渠道上,可单独使用,也可与渠系建筑物配合使用。堰板安装应竖直,垂流向,迎水壁面应光滑平整。各部分装置应准确牢固,且不致因水流和温度的变化而腐蚀变形。安装基础需坚固,不致因各种原因发生倾覆、滑动、断裂、沉陷和漏水的情况,堰顶应经常保持良好的表面光洁度。

[0007] 薄壁堰量水的主要控制要素是堰上水头(H)和堰板高度(P),流量系数与纵向收缩比(H/P)密切相关,是薄壁堰测流的关键参数。由于目前现有的常规薄壁堰是具有固定的堰高,因受流量公式使用条件的限制,其无法克服水大时淹没、水小时阻水的弊端,并且水体含沙量较大时,容易造成堰前渠槽淤积。由于存在上述缺陷,该方法通常仅应用于实验室检测。

[0008] 另外,由于《灌溉渠道系统量水规范》(GB/T 21303-2017)等规范标准中,对薄壁堰的纵向收缩比(H/P)数值范围做了使用限制。而且常规薄壁堰具有固定堰高,在一定流量情况下,其形成的纵向收缩比(H/P)是固定的,如超出范围则会导致精度大大降低,因而使用受到很大限制。

发明内容

[0009] 为解决上述问题,本发明主要目的在于,提供一种简单的方法及其装置,可克服常规薄壁堰的适用限制要求和弊端,并能把矩形薄壁堰这种实验室精度级别的量水设备应用到田间和渠系。以期能提供一种既具有薄壁堰的量水性能和精度,又具有普通闸门挡、蓄、排的流量调节作用的方法;次一目的地在于提供可实现渠道流量调整、水位流量数据自动采集传输,可做到无人值守,实现渠道流量测控一体化的产品及方法。

[0010] 为了实现上述目的,本发明改变传统薄壁堰的固定形式,在堰板两端安装起升机构,通过升降机构带动,从而调整堰板的高度,实现薄壁堰高度可调。

[0011] 为此,本发明提供了一种量测水方法,该方法通过调整堰板的高度,实现薄壁堰高度可调,在将堰板下移至控流与量水状态时,水从堰板顶部流过,并通过控制堰板下移量来调节流量,而该堰板1上游2~5倍堰顶最大水头处设置有水位观测点,以测量过堰水头;此时整个堰门形成一个薄壁堰,在堰板某一预定高度下,通过计量堰上水头和堰门的结构尺寸,计算出流过堰门的流量。

[0012] 进一步的,该方法具有如下三个工作状态:

[0013] (1) 挡水状态,此工况下,堰板全部升起,作为一个挡水用途的闸门;

[0014] (2) 控流与量水状态,此工况下,堰板下移,水从堰板顶部流过,以测量流过堰门的流量;

[0015] (3) 排水与冲淤状态,此工况下,堰板下降到上缘与渠底平齐用以进行排水、冲沙清淤操作。

[0016] 较佳的,其应用于全宽堰且在工作状态(3)时,利用足够长度的行近槽内,可以用标准断面量水法量测流量,其流量公式为:

$$[0017] \quad Q = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

[0018] 式中:Q——流量(m³/s);

[0019] A——过水断面面积(m²);

[0020] n——渠床糙率;

[0021] R——过水断面的水力半径(m),R=A/X;

[0022] X——湿周(m);

[0023] I——渠内水面比降。

[0024] 较佳的,该放法应用于全开堰时,该方法控制控制堰板下移量使得0<H/P<6,以构成一全宽堰,且计算出流过堰门的流量的公式为:

$$[0025] \quad Q = m b \sqrt{2gH}^{1.5}$$

[0026] 式中:Q——过堰流量(m³/s);

[0027] m——流量系数,

[0028] m=0.407+0.0533H/P;

[0029] b——堰口宽度(m);

[0030] H——堰上水头(m);

[0031] P——堰高(m)。

[0032] 较佳的,该方法应用于收缩堰时,因该收缩堰设有侧收缩壁,此时有侧收宽度T大于零,采用侧收缩堰流量公式计算:

$$[0033] \quad Q = m_0 b \sqrt{2gH^{1.5}}$$

[0034] 式中:Q——过堰流量 (m^3/s);

[0035] m_0 ——流量系数,

$$[0036] \quad m_0 = \left[0.405 + \frac{0.0027}{H} - 0.03 \frac{B-b}{B} \right] \left[1 + 0.55 \left(\frac{H}{H+P} \right)^2 \left(\frac{b}{B} \right)^2 \right];$$

[0037] B——行近渠宽度 (m);

[0038] b——堰口宽度 (m);

[0039] H——堰上水头 (m);

[0040] P——堰高 (m)。

[0041] 流量公式应用条件:

[0042] $H/P < 0.5$,

[0043] $b > 0.15\text{m}$,

[0044] $P > 0.10\text{m}$ 。

[0045] 本发明还提供了一种量测水装置,设于水渠之中,该装置包括:可上下移动的堰板、设于其两端的立柱,以及能调整堰板的高度的起升机构,且该水渠的渠底之下设有一堰板容置槽以能容纳移动的堰板,该堰板上游2~5倍堰顶最大水头处设置有水位观测点,以测量过堰水头。

[0046] 较佳的,该堰板宽度应比水渠渠道宽度宽,宽出来的部分安装在立柱止水槽内。

[0047] 较佳的,立柱止水槽内设有与该堰板配合的活动止水结构,以保证堰板工作时不从侧面漏水,且该堰板容置槽上端设有与该堰板配合的活动密封结构以避免泥沙进入。该活动止水结构可采用精加工或采取其他止水方式(例如加设密封结构、采用橡胶密封条等)。

[0048] 较佳的,两个所述立柱内侧之间的距离与水渠渠道宽度相等(构成等宽堰结构)或小于水渠渠道宽度(侧收缩堰)。

[0049] 较佳的,该水渠渠底以下设置有沉沙池,该沉沙池内设置有用于抽出淤泥潜污泵,以保证该堰板能下潜到渠底以下,而不会发生塞死、卡闸等现象。

[0050] 较佳的,该方法及其装置可同时配套有远程通讯模块及太阳能供电系统,其就可以通过自动控制升降堰门高度,实现渠道流量调整、水位流量数据自动采集传输,可做到无人值守,实现渠道流量测控一体化。

[0051] 较佳的,该装置设有控制箱。

[0052] 较佳的,该堰板1宽度应该比渠道宽度B宽40mm~100mm。

[0053] 较佳的,该堰板1上部过水处设置有45°锐缘,以使水从堰板上部通过时能形成稳定水舌。

[0054] 本发明有益效果在于,借助上述技术方案,可克服常规薄壁堰的适用限制要求和弊端,能把矩形薄壁堰这种实验室精度级别的量水设备应用到田间和渠系,其主要是采用矩形薄壁堰与闸门支撑整体化结构形式,其既具有薄壁堰的量水性能和精度,又具有普通

闸门挡、蓄、排的流量调节作用;同时可配套有远程通讯、太阳能供电系统,以通过自动升降堰门高度,实现渠道流量调整、水位流量数据自动采集传输,可做到无人值守,实现渠道流量测控一体化。

[0055] 其中,堰板可垂直下潜式的方式,使得堰板高度可调节,解决了传统薄壁堰固定堰高形成的纵向收缩比限制,因而可根据运行流量范围优化合理的过水断面纵向收缩比(h/P),以尽可能小的水头损失,达到最佳的过流流量计量状态。

附图说明

[0056] 图1是薄壁堰堰口结构示意图;

[0057] 图2是测控一体堰门整体结构示意图;

[0058] 图3是本发明的工况(1),堰板全部升起,挡水状态示意图;

[0059] 图4是本发明的工况(2),堰板部分升起,控流与量水状态示意图;

[0060] 图5是本发明的工况(3),堰板全部下潜,排水与冲淤状态示意图;

[0061] 图6a图6b是本发明的矩形薄壁堰量水计算方法实施例示意图。

[0062] 其中:1堰板2立柱3升起机构4控制箱5渠底6立柱止水槽7渠岸8容置槽密封。

具体实施方式

[0063] 下面通过实施例,并结合附图,对本发明的技术方案做进一步具体的说明。

[0064] 本发明的一种量测水方法及其装置提供了一种简单方法,可克服常规薄壁堰的适用限制要求和弊端,能把矩形薄壁堰这种实验室精度级别的量水设备应用到田间和渠系,其主要是采用矩形薄壁堰与闸门支撑整体化结构形式(见图2),既具有薄壁堰的量水性能和精度,又具有普通闸门挡、蓄、排的流量调节作用;同时借助配套有远程通讯、太阳能供电系统,可通过自动升降堰门高度,以实现渠道流量调整及水位流量数据自动采集传输,可做到无人值守,从而可实现渠道流量测控一体化。

[0065] 本发明旨在突破常规薄壁堰对水头损失、渠道坡降、水体含沙量的应用范围的限制要求,以克服传统薄壁堰存在的水大时被淹没、水小时产生阻水的弊端,从而能提高薄壁堰测流的适用性。

[0066] 为此,本发明提供了一种改进的方法,将现有的薄壁堰的测水方法是将采用传统薄壁堰的固定形式,修改为以可调高度的堰板进行量测的方法。

[0067] 在本发明的一具体实施例中,参见图2-图5,本发明提供的装置改变了传统薄壁堰的固定形式,提供了一种在堰板1两端安装起升机构2,可通过升降机构2的带动,从而能调整堰板1的高度,以实现薄壁堰高度可调的装置;该装置包括可上下移动的堰板1,及设于其两端的立柱3,起升机构2可设于所述立柱3中,在本具体实施例中还设有控制箱4。

[0068] 其中,该堰板1上部过水处设置有 45° 锐缘,以使水从堰板上部通过时能形成稳定水舌;且渠底5之下设有一堰板容置槽8以能容纳堰板1,从而使得堰板1能下潜到渠底5以下,同时该容置槽8上端与堰板1之间应设有密封条9以避免泥沙进入;在堰板两端设计的立柱可保证安装完成后能形成传统薄壁堰所需的测量条件,其是通过立柱和堰板形成一个标准的等宽堰结构;为了确保可移动部分的密封,该堰板1宽度应该比渠道宽度B宽 $40\text{mm} \sim 100\text{mm}$,宽出来的部分安装在立柱止水槽6内,可采用精加工或采取其他止水方式(例如加设

密封结构、采用橡胶密封条等),以保证堰板工作时不从侧面漏水;该渠底5以下可设置有沉沙池,该沉沙池内设置有潜污泵(图未示),可用于池内淤积多的时候,以能从其内部抽出淤泥,较佳的该沉沙池与容置槽8相连通,且该潜污泵最好设置于容置槽8的底部,以保证堰板能下潜到渠底以下,而不会发生塞死、卡闸等现象;该堰板1上游2~5倍堰顶最大水头处设置有水位观测点,以测量过堰水头,可根据计量水头(H)与堰高(P),通过相应的流量公式计算过堰流量(Q)。

[0069] 本发明使用时有三个工作状态:

[0070] (1)挡水状态。此工况下,堰板1全部升起,此时其可以作为一个普通闸门,做为挡水之用途。其示意图如图3所示。

[0071] (2)控流与量水状态。此工况下,堰板1下移,水从堰板1顶部流过,此时可以借助控制箱4通过控制堰板1的下移量来调节流量;此时整个堰门形成一个薄壁堰,在堰板某一高度下,通过计量堰上水头和堰门的结构尺寸,可以通过公式计算出流过堰门的流量。工作状态示意如图4所示,等效量测示意图如图6a及图6b所示,其中本具体实施例中: $B=b+2T$,T为侧收宽度。在本具体实施例中,采用的是 $B=b$ (全宽堰),作为其它实施例亦可采用有侧收缩堰的结构。

[0072] 可依照国家标准《灌溉渠道系统量水规范》(GB/T 21303-2017)对薄壁堰的流量公式和应用条件做如下计算:

[0073] 采用全宽堰流量公式:

[0074]
$$Q = mb\sqrt{2g}H^{1.5}$$

[0075] 式中:Q——过堰流量(m^3/s);

[0076] m——流量系数,

[0077] $m = 0.407 + 0.0533H/P$;

[0078] b——堰口宽度(m);

[0079] H——堰上水头(m);

[0080] P——堰高(m)。

[0081] 流量公式应用条件:

[0082] $0 < H/P < 6$ 。

[0083] 堰上水头(H)通过安装在立柱中的水位计测量出来,堰高(P)通过调节堰板的开度计量出来,堰宽(b)是一个常数。此状态下可根据堰上水头,调节堰板开度即可调整、控制并计量流量。

[0084] 由于本发明的设备堰高可调节,可根据运行流量范围优化合理的过水断面纵向收缩比(H/P),并以尽可能小的水头损失,达到最佳的过流流量计量状态,保证测流精度,扩大测量范围。

[0085] 在本发明的另一具体实施例中,可设有侧收缩壁,此时有侧收宽度T大于零,采用侧收缩堰流量公式计算:

[0086]
$$Q = m_0 b \sqrt{2g} H^{1.5}$$

[0087] 式中:Q——过堰流量(m^3/s);

[0088] m_0 ——流量系数,

$$[0089] \quad m_0 = \left[0.405 + \frac{0.0027}{H} - 0.03 \frac{B-b}{B} \right] \left[1 + 0.55 \left(\frac{H}{H+P} \right)^2 \left(\frac{b}{B} \right)^2 \right];$$

[0090] B——行近渠宽度(m)；

[0091] b——堰口宽度(m)；

[0092] H——堰上水头(m)；

[0093] P——堰高(m)。

[0094] 流量公式应用条件：

[0095] $H/P < 0.5$ ，

[0096] $b > 0.15\text{m}$ ，

[0097] $P > 0.10\text{m}$ 。

[0098] (3) 排水与冲淤状态。此工况下，堰板下降到上缘与渠底平齐，可以进行排水、冲沙清淤等操作；安装在足够长度的行近槽内的全宽堰，在此工况下可转换为标准断面量水法。如图5所示。

[0099] 在该工况下，当明渠中水流形态为明渠均匀流时，是根据比降～面积法来计算流量的，其流量公式为：

$$[0100] \quad Q = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

[0101] 式中：Q——流量(m^3/s)；

[0102] A——过水断面面积(m^2)；

[0103] n——渠床糙率；

[0104] R——过水断面的水力半径(m)， $R = A/X$ ；

[0105] X——湿周(m)；

[0106] I——渠内水面比降(明渠均匀流水面比降＝渠底比降)。

[0107] 本发明的一种量测水方法及其装置可同时配套有远程通讯模块及太阳能供电系统，其就可以通过自动控制升降堰门高度，实现渠道流量调整、水位流量数据自动采集传输，可做到无人值守，实现渠道流量测控一体化。

[0108] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制，尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解，依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换，而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

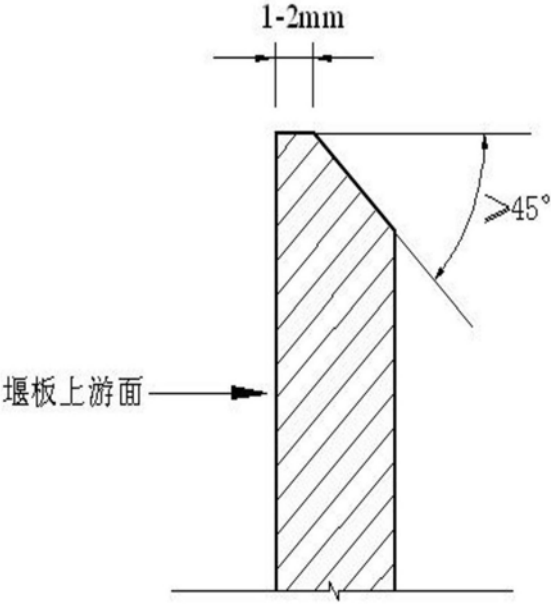


图1

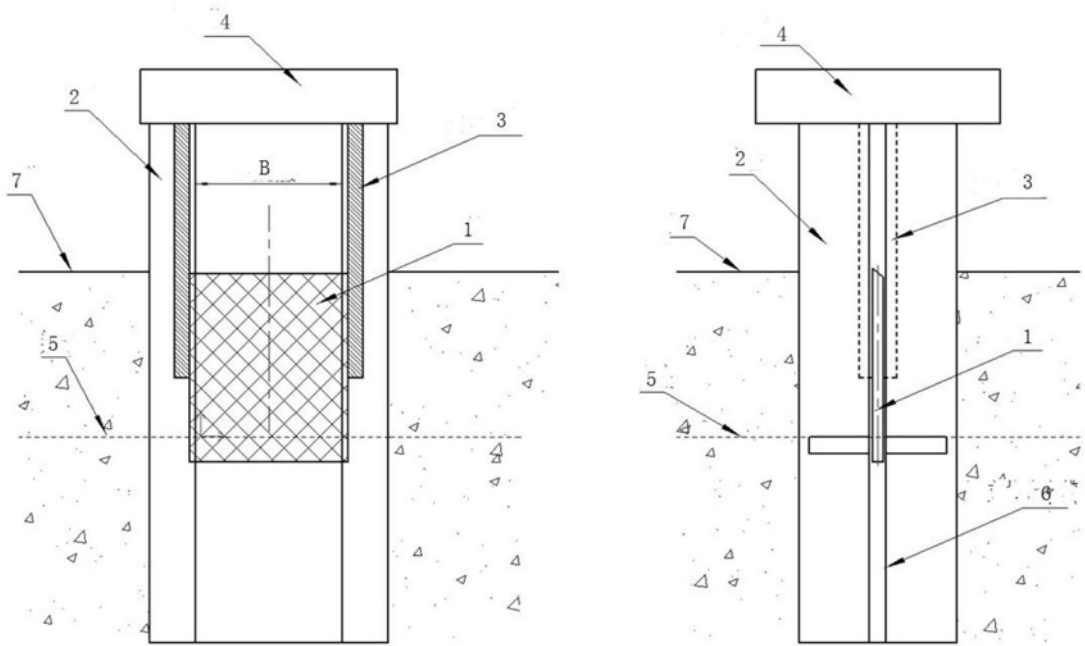


图2

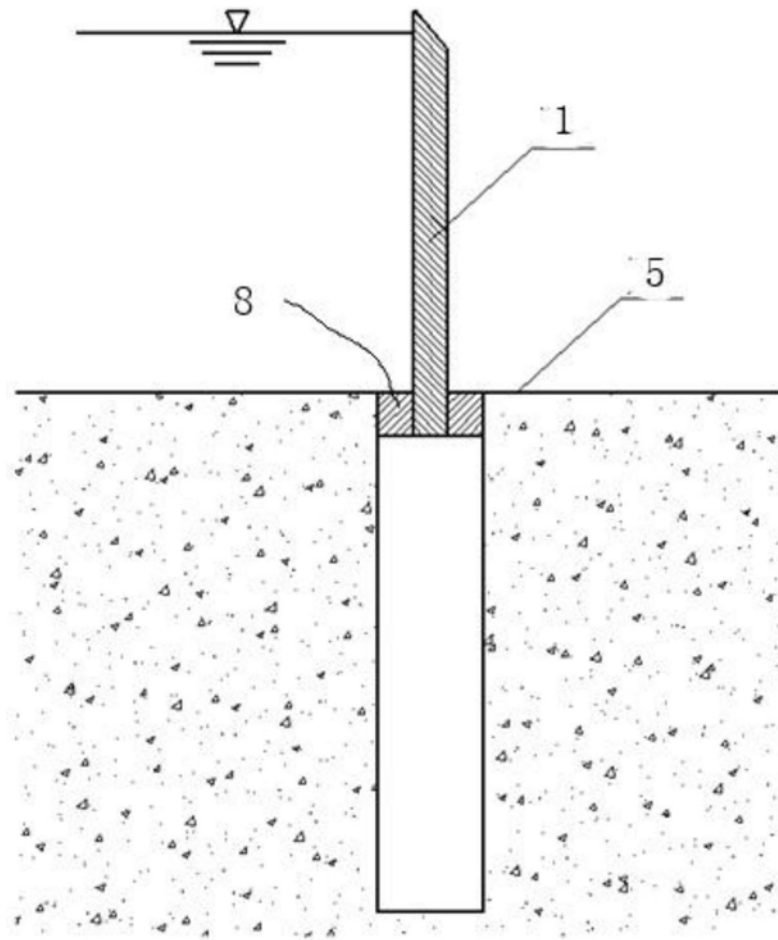


图3

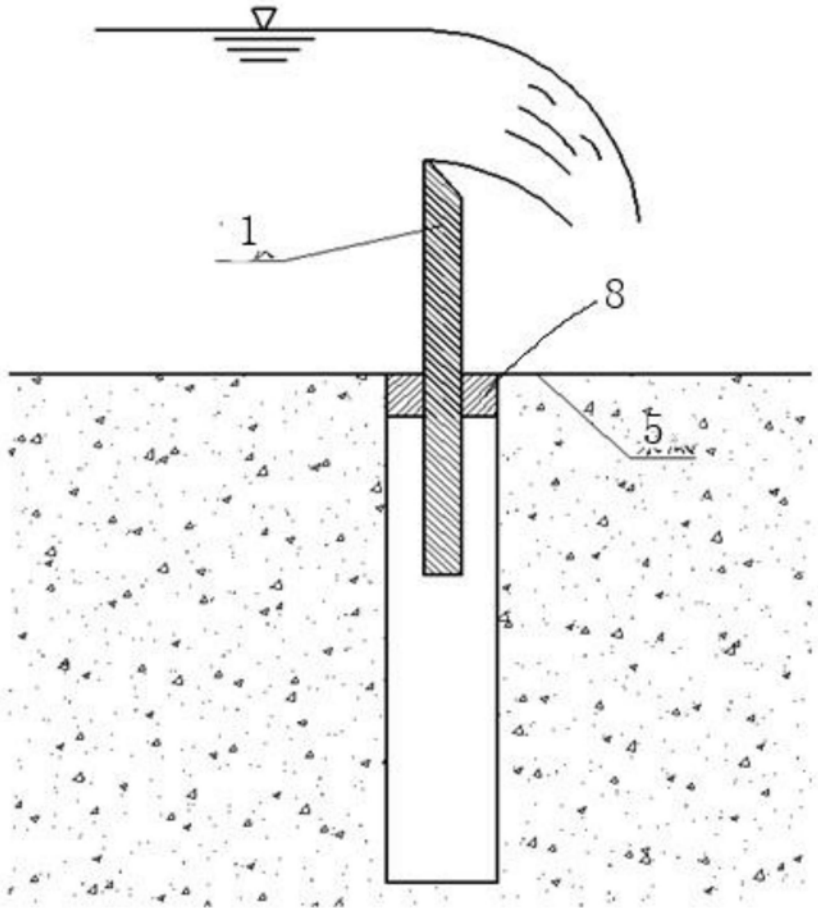


图4

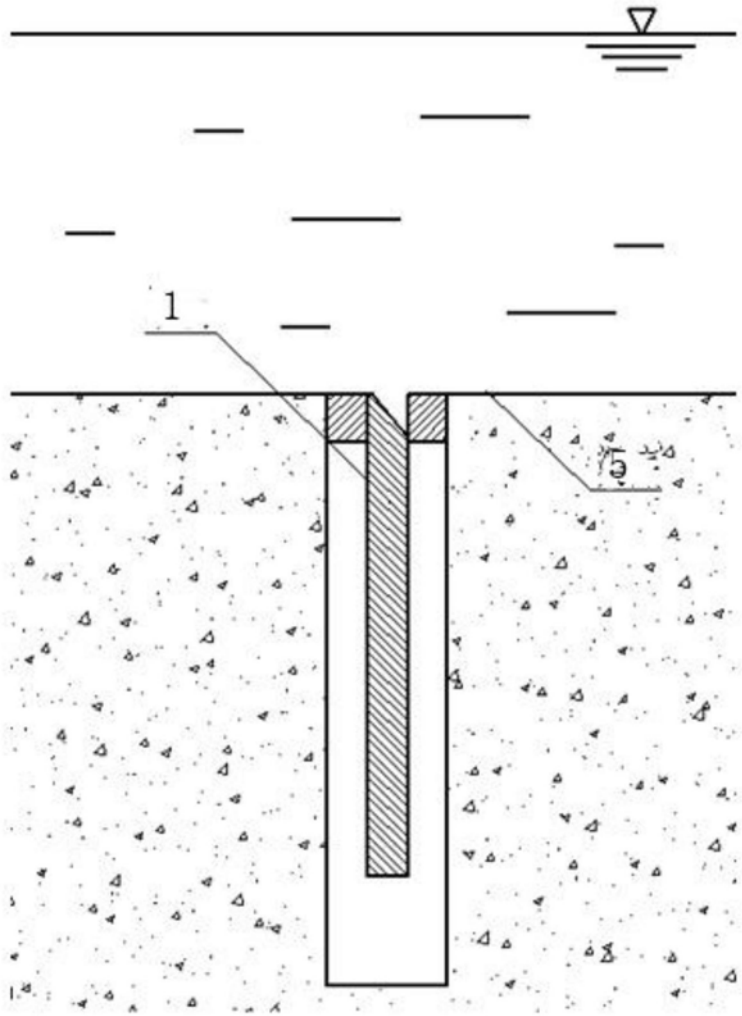
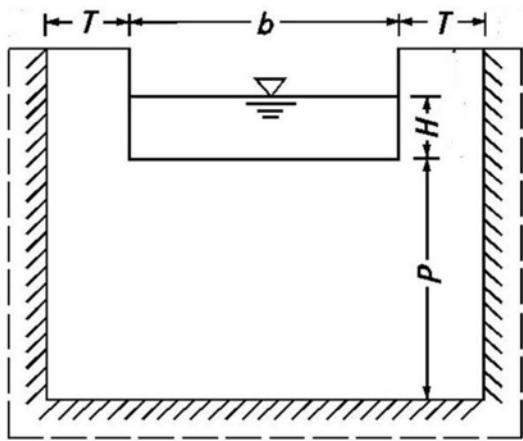
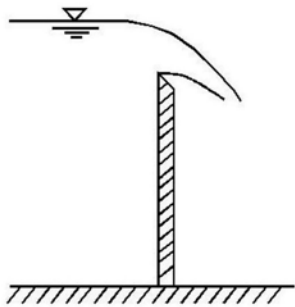


图5



a) 正视图



b) 纵剖面图

图6