



(21) 申请号 202110973193.9

(22) 申请日 2021.08.24

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113833015 A

(43) 申请公布日 2021.12.24

(73) 专利权人 南京工业大学

地址 211816 江苏省南京市浦珠南路30号

(72) 发明人 纪展鹏 高洪梅 张鑫磊 刘天宝

王志华 蔡鑫涛

(74) 专利代理机构 南京瑞华腾知识产权代理事

务所(普通合伙) 32368

专利代理师 邱欢欢

(51) Int. Cl.

E02D 29/045 (2006.01)

E02D 31/12 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 111733844 A, 2020.10.02

CN 110700038 A, 2020.01.17

CN 213508568 U, 2021.06.22

CN 110187666 A, 2019.08.30

CN 112211222 A, 2021.01.12

CN 109162298 A, 2019.01.08

CN 208088344 U, 2018.11.13

审查员 谭素

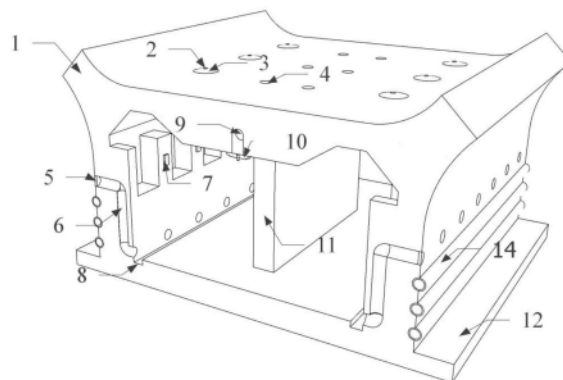
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种抗液化防上浮的地下综合管廊结构及其应用方法

(57) 摘要

本发明涉及一种抗液化防上浮的地下综合管廊结构及其应用方法,属于综合管廊技术领域。该抗液化防上浮的地下综合管廊结构包括方管状的综合管廊本体、过滤吸水机构、冷却机构和喷气机构,综合管廊本体的上表面嵌设有孔压传感器,过滤吸水机构设置在综合管廊本体的侧壁上,冷却机构设置在综合管廊本体的侧壁上,喷气机构设置在综合管廊本体的顶部。本发明的抗液化防上浮的地下综合管廊结构在地震时,孔压传感器能够迅速发现周围土体含水量的变化,若土体将要发生液化,则可以通过过滤吸水机构、冷却机构和喷气机构的配合,降低土体含水量并固结周围砂土,减少土体发生液化的条件,从而防止综合管廊的上浮。



1. 一种抗液化防上浮的地下综合管廊结构,其特征在于:包括方管状的综合管廊本体、过滤吸水机构、冷却机构和喷气机构,所述综合管廊本体的上表面嵌设有孔压传感器(2),所述过滤吸水机构设置有所述综合管廊本体的侧壁上用于排除周围土体孔隙水,所述冷却机构设置有所述综合管廊本体的侧壁上用于将周围土体中水分冻结成冰,所述喷气机构设置有所述综合管廊本体的顶部用于喷射低温高压不溶于水的气体;

所述过滤吸水机构包括过滤水泵(5)和排水管道(6),所述过滤水泵(5)设置有所述综合管廊本体宽度方向两端侧壁外表面,所述过滤水泵(5)沿所述综合管廊本体长度方向均匀间隔设置,所述排水管道(6)嵌设在所述综合管廊本体宽度方向两端侧壁内,所述过滤水泵(5)与所述排水管道(6)连通设置,所述综合管廊本体内部底面靠近所述排水管道(6)处开设有排水沟(8),所述排水沟(8)沿所述综合管廊本体长度方向设置;

所述冷却机构包括液氮储存装置(15)和液氮循环管道(14),所述液氮循环管道(14)嵌设在所述综合管廊本体宽度方向两端侧壁外表面,所述液氮循环管道(14)的长度方向与有所述综合管廊本体的长度方向平行设置,所述液氮储存装置(15)与所述液氮循环管道(14)连通形成回路;

所述喷气机构包括压缩气体管道(9)和气体压缩装置(13),所述综合管廊本体的上表面均匀间隔开设有低温压缩气体喷气孔(4),所述压缩气体管道(9)嵌设在所述综合管廊本体上端,所述气体压缩装置(13)与所述压缩气体管道(9)连通设置,所述压缩气体管道(9)分别与所述低温压缩气体喷气孔(4)连通设置。

2. 根据权利要求1所述的抗液化防上浮的地下综合管廊结构,其特征在于:所述综合管廊本体上端两侧对称向外延伸有飞翼状的外伸翼缘(1)。

3. 根据权利要求1所述的抗液化防上浮的地下综合管廊结构,其特征在于:所述综合管廊本体下端两侧对称设置有平板状的抗浮翼板(12)。

4. 根据权利要求1所述的抗液化防上浮的地下综合管廊结构,其特征在于:所述综合管廊本体的内部侧壁设置有空气温湿度光照传感器(7),所述综合管廊本体的内部顶面设置有高压细水雾灭火系统(10)。

5. 根据权利要求1所述的抗液化防上浮的地下综合管廊结构,其特征在于:所述孔压传感器(2)包裹有保护壳(3),所述综合管廊本体的内部竖直隔设有中间隔墙(11)。

6. 根据权利要求1-5之任一权利要求所述的抗液化防上浮的地下综合管廊结构的应用方法,其特征在于:包括以下步骤:

(一)通过孔压传感器(2)测量综合管廊本体周围土体的超静孔隙水压力,若超静孔隙水压力达到阈值,阈值设置为 $\gamma' \times h$ (kPa),其中, h 及 γ' 分别为管廊顶部的埋深(单位m)及上覆土体浮重度(单位kN/m³),则开启综合管廊本体侧壁上的过滤水泵(5)排除周围土体的超静孔隙水压力,周围土体中的孔隙水被吸入排水管道(6)中,排入综合管廊内部的排水沟(8)中;

(二)开启过滤水泵(5)的同时打开气体压缩装置(13),气体压缩装置(13)通过低温压缩气体喷气孔(4)向综合管廊本体外部的土体内喷射低温高压不溶于水的气体;

(三)当排除周围土体的孔隙水的过程中,孔压传感器(2)测量得到周围土体孔隙水压力值下降到与地震前的孔隙水压力值一致时,判定为超静孔隙水压力完全消散,土体液化危险排除,关闭过滤水泵(5)和气体压缩装置(13);

(四)当排除周围土体的孔隙水的过程中,孔压传感器(2)测量得到周围土体超静孔隙水压力依旧持续增大,判定为单独通过过滤吸水泵(5)无法排除震动产生的超静孔隙水压力,此时,开启液氮储存装置(15),使液氮沿液氮循环管道(14)循环流动,将周围土体中的水冻结成冰;

(五)考虑地震可能导致管廊内部发生火灾,因此,采用空气温湿度光照传感器(7)实时监测综合管廊本体内部的温湿度,在综合管廊本体内部发生火灾时,空气温湿度光照传感器(7)传递信号给高压细水雾灭火系统(10),高压细水雾灭火系统(10)开启进行灭火。

7.根据权利要求6所述的抗液化防上浮的地下综合管廊结构的应用方法,其特征在于:步骤(五)中,空气温湿度光照传感器(7)判定发生火灾的方法为温升式温度报警和温差式温度报警两种,满足其中任意一种条件即判定发生火灾,具体为:

A、温升式温度报警:指当环境温度以每分钟 0.5°C 的速度上升至 60°C - 85°C 时判定发生火灾,空气温湿度光照传感器(7)及时发出报警;

B、温差式温度报警:指当环境温度在一分钟内上升到比原来的环境温度相差 22°C 时判定发生火灾,空气温湿度光照传感器(7)及时发出报警。

一种抗液化防上浮的地下综合管廊结构及其应用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种抗液化防上浮的地下综合管廊结构及其应用方法,属于综合管廊技术领域。

背景技术

[0002] 地下综合管廊是将电力、通信,燃气、供热、给排水等各种市政工程管线集于一体,设有专门的检修口、吊装口和监测系统,是保障城市运行的重要基础设施和“大动脉”。地下综合管廊系统不仅解决城市交通拥堵问题,还极大方便了电力、通信、燃气、给排水等市政设施的维护和检修,避免由于敷设和维修地下管线频繁挖掘道路而对交通和居民出行造成影响和干扰,降低了路面多次翻修的费用和工程管线的维修费用,保持路面的完整性和各类管线的耐久性,便于各种管线的敷设、增减、维修和日常管理。

[0003] 地下综合管廊长度较长,常常会穿越饱和砂土层。在地震荷载作用下饱和砂土层极易发生液化现象,导致综合管廊的上浮,造成严重的经济财产损失。传统的抗液化处理手段并不完全适用于狭长的地下管廊,研究人员虽研究很多防止土体液化和综合管廊抗上浮的方法和措施,但在实际工程中的应用却较少,缺乏一种能够在可液化土体中较为适用的综合管廊结构。

[0004] 基于常规的地下综合管廊无法实现自主抗液化防上浮。因此,有必要研发一种抗液化防上浮的地下综合管廊结构,以满足地下综合管廊的安全需要。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是,针对现有技术不足,提出一种抗液化防上浮的地下综合管廊结构及其应用方法。

[0006] 本发明为解决上述技术问题提出的技术方案是:一种抗液化防上浮的地下综合管廊结构,包括方管状的综合管廊本体、过滤吸水机构、冷却机构和喷气机构,综合管廊本体的上表面嵌设有孔压传感器,过滤吸水机构设置综合管廊本体的侧壁上用于排除周围土体孔隙水,冷却机构设置综合管廊本体的侧壁上用于将周围土体中水分冻结成冰,喷气机构设置综合管廊本体的顶部用于喷射低温高压不溶于水的气体。

[0007] 上述技术方案的改进是:综合管廊本体上端两侧对称向外延伸有飞翼状的外伸翼缘,用于增加管廊抗浮力。

[0008] 上述技术方案的改进是:综合管廊本体下端两侧对称设置有平板状的抗浮翼板。

[0009] 上述技术方案的改进是:过滤吸水机构包括过滤吸水泵和排水管道,过滤吸水泵设置在综合管廊本体宽度方向两端侧壁外表面,过滤吸水泵沿综合管廊本体长度方向均匀间隔设置,排水管道嵌设在综合管廊本体宽度方向两端侧壁内,过滤吸水泵与排水管道连通设置,综合管廊本体内部底面靠近排水管道处开设有排水沟,排水沟沿综合管廊本体长度方向设置。

[0010] 上述技术方案的改进是:冷却机构包括液氮储存装置和液氮循环管道,液氮循环

管道嵌设在综合管廊本体宽度方向两端侧壁外表面,液氮循环管道的长度方向与综合管廊本体的长度方向平行设置,液氮储存装置与液氮循环管道连通形成回路。

[0011] 上述技术方案的改进是:喷气机构包括压缩气体管道和气体压缩装置,综合管廊本体的上表面均匀间隔开设有低温压缩气体喷气孔,压缩气体管道嵌设在综合管廊本体上端,气体压缩装置与压缩气体管道连通设置,压缩气体管道分别与低温压缩气体喷气孔连通设置。

[0012] 上述技术方案的改进是:综合管廊本体的内部侧壁设置有空气温湿度光照传感器,综合管廊本体的内部顶面设置有高压细水雾灭火系统。

[0013] 上述技术方案的改进是:孔压传感器包裹有保护壳,综合管廊本体的内部竖直隔设有中间隔墙。

[0014] 本发明的抗液化防上浮的地下综合管廊结构的应用方法,包括以下步骤:

[0015] (一)通过孔压传感器测量综合管廊本体周围土体的超静孔隙水压力,若超静孔隙水压力达到阈值,阈值设置为 $\gamma' \times h$ (kPa),其中, h 及 γ' 分别为管廊顶部的埋深(单位m)及上覆土体浮重度(单位kN/m³),则开启综合管廊本体侧壁上的过滤吸水泵排除周围土体的超静孔隙水压力,周围土体中的孔隙水被吸入排水管道中,排入综合管廊内部的排水沟中;

[0016] (二)开启过滤吸水泵的同时打开气体压缩装置,气体压缩装置通过低温压缩气体喷气孔向综合管廊本体外部的土体内喷射低温高压不溶于水的气体,减小管廊周围土体的饱和度,达到降低附近土体的液化势的目的;

[0017] (三)当排除周围土体的孔隙水的过程中,孔压传感器测量得到周围土体超静孔隙水压力值下降到与地震前的孔隙水压力值一致时,判定为超静孔隙水压力完全消散,土体液化危险排除,关闭过滤吸水泵和气体压缩装置;

[0018] (四)当排除周围土体的孔隙水的过程中,孔压传感器测量得到周围土体超静孔隙水压力依旧持续增大,判定为单独通过过滤吸水泵无法排除震动产生的超静孔隙水压力,此时,开启液氮储存装置,使液氮沿液氮循环管道循环流动,将周围土体中的水冻结成冰,达到抗液化的目的;

[0019] (五)考虑地震可能导致管廊内部发生火灾,因此,采用空气温湿度光照传感器实时监测综合管廊本体内部的温湿度,在综合管廊本体内部发生火灾时,空气温湿度光照传感器传递信号给高压细水雾灭火系统,高压细水雾灭火系统开启进行灭火。

[0020] 上述技术方案的改进是:步骤(五)中,空气温湿度光照传感器判定发生火灾的方法为温升式温度报警和温差式温度报警两种,满足其中任意一种条件即判定发生火灾,具体为:

[0021] A、温升式温度报警:指当环境温度以每分钟0.5℃的速度上升至60℃-85℃时判定发生火灾,空气温湿度光照传感器及时发出报警;

[0022] B、温差式温度报警:指当环境温度在一分钟内上升到比原来的环境温度相差22℃时判定发生火灾,空气温湿度光照传感器及时发出报警。

[0023] 本发明采用上述技术方案的有益效果是:

[0024] (1) 本发明的抗液化防上浮的地下综合管廊结构在地震时,孔压传感器能够迅速发现周围土体含水量的变化,若土体将要发生液化,则可以通过过滤吸水泵抽取周围土体的孔隙水,降低土体超静孔隙水压力,减少土体发生液化的条件,从而防止综合管廊的上

浮,与此同时过滤水泵抽取的孔隙水排入排水沟中,加大了综合管廊本体的自重,进一步防止了综合管廊的上浮;

[0025] (2) 本发明的抗液化防上浮的地下综合管廊结构中,低温压缩气体喷气孔可以在综合管廊本体的过滤水泵抽取周围土体孔隙水的同时向综合管廊本体外部的土体内喷射低温高压不溶于水的气体,降低土体的饱和度,达到降低附近土体的液化势的目的,同时为过滤水泵发挥作用提供时间,进一步提升了管廊周边土体的抗液化能力,从而防止综合管廊的上浮;

[0026] (3) 本发明的抗液化防上浮的地下综合管廊结构中,当通过过滤水泵无法排除周围土体孔隙水时,开启液氮储存装置使液氮沿液氮循环管道循环流动,将综合管廊周围土体中水冻结成冰,固结周围砂土防止发生砂土液化,从而防止综合管廊的上浮;

[0027] (4) 本发明的抗液化防上浮的地下综合管廊结构中,外伸翼缘以及抗浮翼板结构通过加大综合管廊本体承载土体的面积,增大综合管廊本体上部土体压力,提高了综合管廊本体的抗浮能力;

[0028] (5) 本发明的抗液化防上浮的地下综合管廊结构中,空气温湿度光照传感器可以实时监测综合管廊本体内部的温湿度,在综合管廊本体内部发生火灾时,可以传递信号开启在综合管廊本体内部的高压细水雾灭火系统,有效防止地震作用下管廊内部火灾的发生,满足了地下综合管廊的安全需要。

附图说明

[0029] 下面结合附图对本发明作进一步说明:

[0030] 图1是本发明实施例抗液化防上浮的地下综合管廊结构的结构示意图;

[0031] 图2是本发明实施例抗液化防上浮的地下综合管廊结构的俯视结构示意图;

[0032] 图3是本发明实施例抗液化防上浮的地下综合管廊结构的正视结构示意图;

[0033] 图4是本发明实施例抗液化防上浮的地下综合管廊结构的喷气机构结构示意图;

[0034] 图5是本发明实施例抗液化防上浮的地下综合管廊结构的冷却机构结构示意图;

[0035] 其中:1、外伸翼缘;2、孔压传感器;3、保护壳;4、低温压缩气体喷气孔;5、过滤水泵;6、排水管道;7、空气温湿度光照传感器;8、排水沟;9、压缩气体管道;10、高压细水雾灭火系统;11、中间隔墙;12、抗浮翼板;13、气体压缩装置;14、液氮循环管道;15、液氮储存装置。

具体实施方式

[0036] 实施例

[0037] 本实施例的抗液化防上浮的地下综合管廊结构,如图1-5所示,包括方管状的综合管廊本体、过滤吸水机构、冷却机构和喷气机构,综合管廊本体的上表面嵌设有孔压传感器2,过滤吸水机构设置在综合管廊本体的侧壁上用于排除周围土体孔隙水,冷却机构设置在综合管廊本体的侧壁上用于将周围土体中水分冻结成冰,喷气机构设置在综合管廊本体的顶部用于喷射低温高压不溶于水的气体。孔压传感器2包裹有保护壳3,综合管廊本体的内部竖直隔设有中间隔墙11。

[0038] 本实施例的抗液化防上浮的地下综合管廊结构,如图1所示,综合管廊本体上端两

侧对称向外延伸有飞翼状的外伸翼缘1,用于增加管廊抗浮力。综合管廊本体下端两侧对称设置有平板状的抗浮翼板12。

[0039] 本实施例的抗液化防上浮的地下综合管廊结构中,过滤吸水机构包括过滤水泵5和排水管道6,过滤水泵5设置在综合管廊本体宽度方向两端侧壁外表面,过滤水泵5沿综合管廊本体长度方向均匀间隔设置,排水管道6嵌设在综合管廊本体宽度方向两端侧壁内,过滤水泵5与排水管道6连通设置,综合管廊本体内部底面靠近排水管道5处开设有排水沟8,排水沟8沿综合管廊本体长度方向设置。冷却机构包括液氮储存装置15和液氮循环管道14,液氮循环管道14嵌设在综合管廊本体宽度方向两端侧壁外表面,液氮循环管道14的长度方向与综合管廊本体的长度方向平行设置,液氮储存装置15与液氮循环管道14连通形成回路。喷气机构包括压缩气体管道9和气体压缩装置13,综合管廊本体的上表面均匀间隔开设有低温压缩气体喷气孔4,压缩气体管道9嵌设在综合管廊本体上端,气体压缩装置13与压缩气体管道9连通设置,压缩气体管道9分别与低温压缩气体喷气孔4连通设置。

[0040] 本实施例的抗液化防上浮的地下综合管廊结构中,综合管廊本体的内部侧壁设置有空气温湿度光照传感器7,综合管廊本体的内部顶面设置有高压细水雾灭火系统10。

[0041] 本实施例的地下综合管廊结构的应用方法,包括以下步骤:

[0042] (一)通过孔压传感器2测量综合管廊本体周围土体的超静孔隙水压力,若超静孔隙水压力达到阈值,阈值设置为 $\gamma' \times h$ (kPa),其中, h 及 γ' 分别为管廊顶部的埋深单位m及上覆土体浮重度单位kN/m³,则开启综合管廊本体侧壁上的过滤水泵5排除周围土体的超静孔隙水压力,周围土体中的孔隙水被吸入排水管道6中,排入综合管廊内部的排水沟8中,在降低外部土体超静孔隙水压力的同时加大综合管廊本体的自重,防止管廊上浮;

[0043] (二)开启过滤水泵5的同时打开气体压缩装置13,气体压缩装置13通过低温压缩气体喷气孔4向综合管廊本体外部的土体内喷射低温高压不溶于水的气体,减小管廊周围土体的饱和度,达到降低附近土体的液化势的目的;

[0044] (三)当排除周围土体的孔隙水的过程中,孔压传感器2测量得到周围土体孔隙水压力值下降到与地震前的孔隙水压力值一致时,判定为超静孔隙水压力完全消散,土体液化危险排除,关闭过滤水泵5和气体压缩装置13;

[0045] (四)当排除周围土体的孔隙水的过程中,孔压传感器2测量得到周围土体超静孔隙水压力依旧持续增大,判定为单独通过过滤水泵5无法排除震动产生的超静孔隙水压力,此时,开启液氮储存装置15,使液氮沿液氮循环管道14循环流动,将周围土体中的水冻结成冰,固结周围砂土达到抗液化的目的;因为地震时间比较短,所以只要排水过程中土体超静孔隙水压力还在增大,就可以直接认定,排水不能避免土体发生液化;

[0046] (五)考虑地震可能导致管廊内部发生火灾,因此,采用空气温湿度光照传感器7实时监测综合管廊本体内部的温湿度,在综合管廊本体内部发生火灾时,空气温湿度光照传感器7传递信号给高压细水雾灭火系统10,高压细水雾灭火系统10开启进行灭火。其中,空气温湿度光照传感器7判定发生火灾的方法为温升式温度报警和温差式温度报警两种,满足其中任意一种条件即判定发生火灾,具体为:

[0047] A、温升式温度报警:指当环境温度以每分钟0.5℃的速度上升至60℃-85℃时判定发生火灾,空气温湿度光照传感器7及时发出报警;

[0048] B、温差式温度报警:指当环境温度在一分钟内上升到比原来的环境温度相差22℃

时判定发生火灾,空气温湿度光照传感器7及时发出报警,也就是指当出现警情时温度突然上升应及时报警。

[0049] 本实施例的抗液化防上浮的地下综合管廊结构在地震时,孔压传感器能够迅速发现周围土体含水量的变化,若土体将要发生液化,则可以通过过滤吸水泵抽取周围土体的孔隙水,降低土体含水量,减少土体发生液化的条件,从而防止综合管廊的上浮,与此同时过滤吸水泵抽取的孔隙水排入排水沟中,加大了综合管廊本体的自重,进一步防止了综合管廊的上浮;低温压缩气体喷气孔可以在综合管廊本体的过滤吸水泵抽取周围土体孔隙水的同时向综合管廊本体外部的土体内喷射低温高压不溶于水的气体,降低土体的含水量,进一步防止土体发生液化,从而防止综合管廊的上浮。

[0050] 本实施例的抗液化防上浮的地下综合管廊结构中,当通过过滤吸水泵无法排除周围土体孔隙水时,开启液氮储存装置使液氮沿液氮循环管道循环流动,将综合管廊周围土体中水分冻结成冰,固结周围砂土防止发生砂土液化,从而防止综合管廊的上浮;外伸翼缘以及抗浮翼板结构通过加大综合管廊本体承载土体的面积,增大综合管廊本体上部土体重力,进一步提高了综合管廊本体的抗浮能力。

[0051] 本实施例的抗液化防上浮的地下综合管廊结构中,空气温湿度光照传感器可以实时监测综合管廊本体内部的温湿度,在综合管廊本体内部发生火灾时,可以传递信号开启在综合管廊本体内部的高压细水雾灭火系统10,有效防止地震作用下管廊内部火灾的发生,满足了地下综合管廊的安全需要。

[0052] 本实施例的抗液化防上浮的地下综合管廊结构中,气体压缩装置13可采用空气压缩机,液氮储存装置15中可安装液体循环泵以实现液氮沿液氮循环管道14循环流动。高压细水雾灭火系统10可采用现有销售的高压细水雾灭火系统。空气温湿度光照传感器7可采用易感物联的传感器,具体型号为:ISS-0121空气温湿度光照传感器,工作电压12V,工作电流0.5A。

[0053] 本发明不局限于上述实施例。凡采用等同替换形成的技术方案,均落在本发明要求的保护范围。

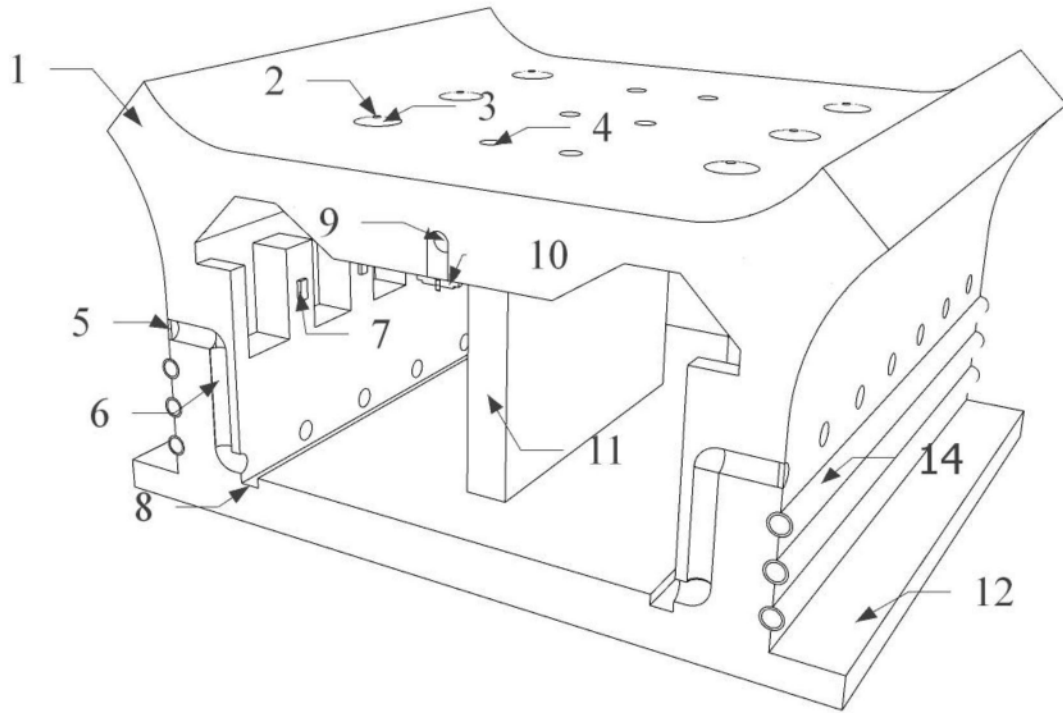


图1

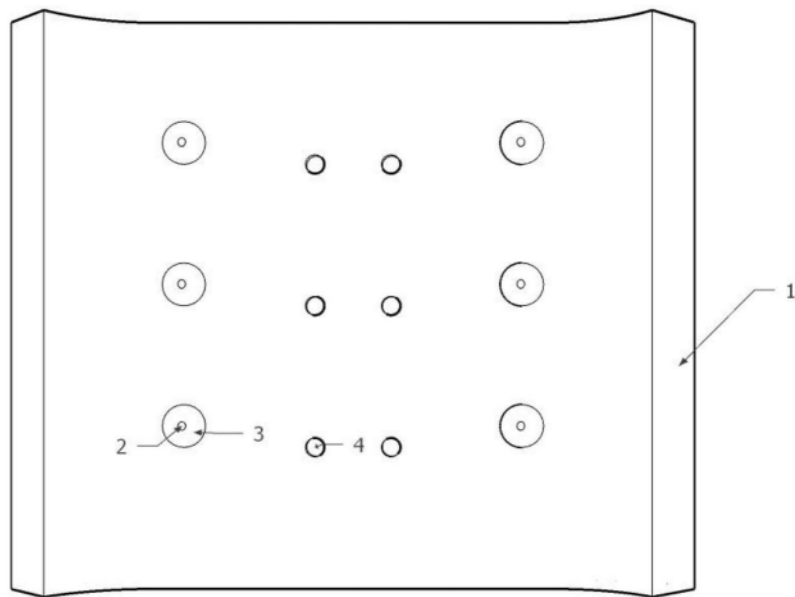


图2

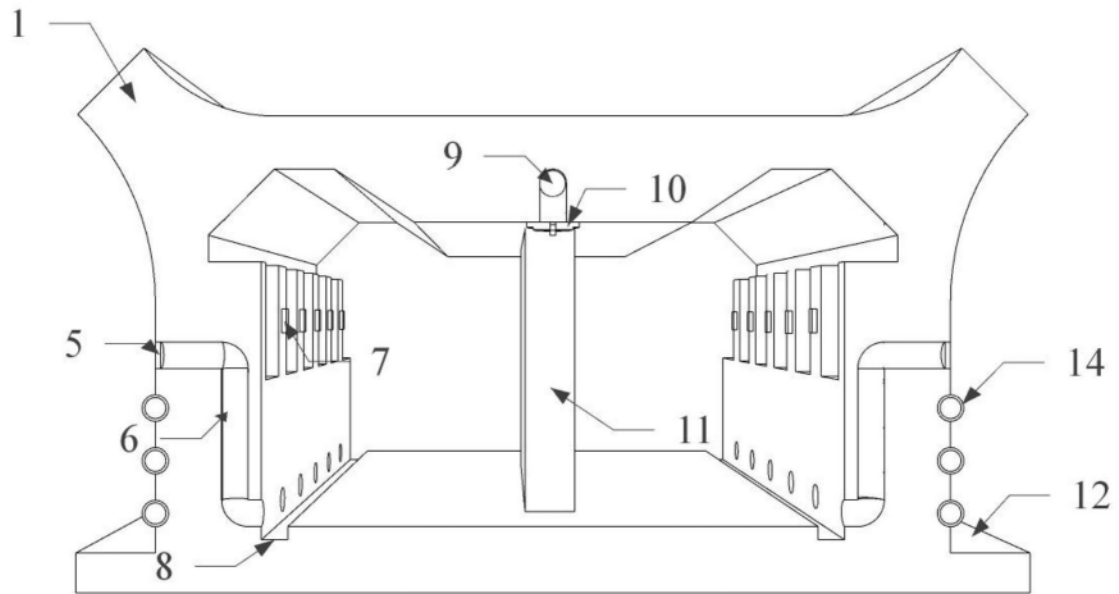


图3

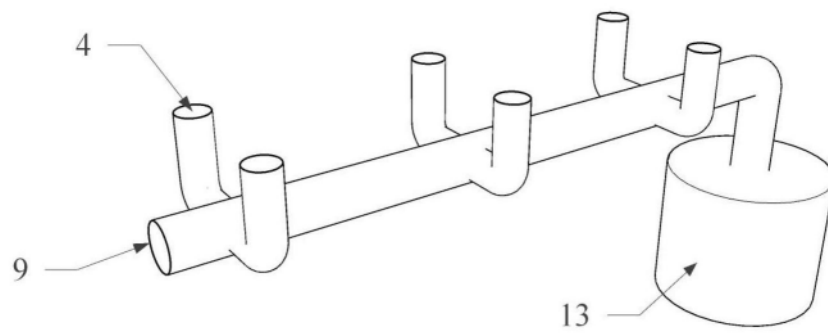


图4

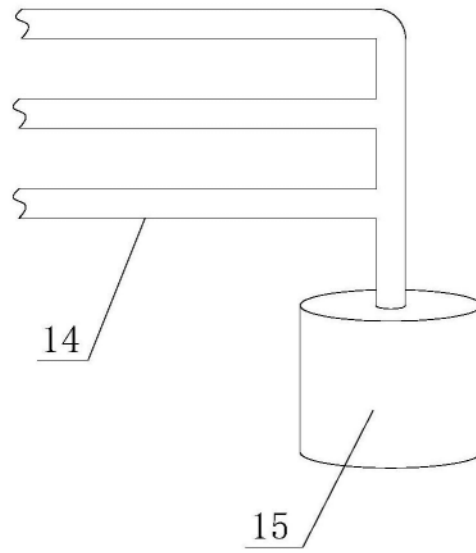


图5