(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106894466 A
(43)申请公布日 2017.06.27

(21)申请号 201710029740.1

(22)申请日 2017.01.16

(71)申请人 同济大学
地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 刘志刚 王红武 董敬磊

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225
代理人 叶敏华

(51)Int.Cl.
E03B 3/02(2006.01)
E03F 5/04(2006.01)
E03F 5/10(2006.01)

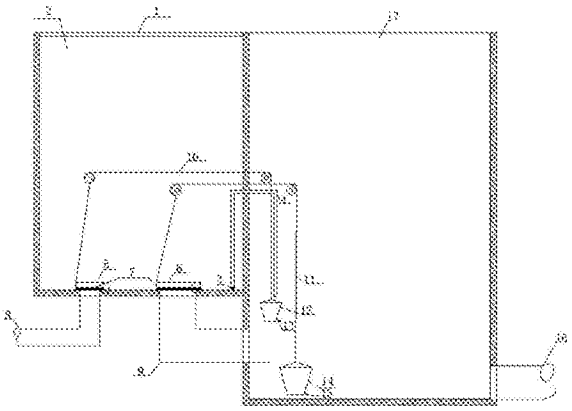
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种无动力雨水分流装置

(57)摘要

本发明涉及一种无动力雨水分流装置，用于实现初期雨水与后期雨水的自动分流，包括：雨水井，顶部开口，用于接收并容纳雨水；初期雨水收集模块，设置于雨水井内并与污水管道连接，用于在降雨的初期根据雨水产生的重力自动控制初期雨水排放至污水管道进行处理；后期雨水收集模块，设置于雨水井内并与雨水管道连接，用于在降雨的后期根据雨水产生的重力自动控制后期雨水通过雨水管道排放至水体。与现有技术相比，本发明具有结构简单、建造成本低、动力消耗少、运营成本低以及分流精确等优点。



CN 106894466 A

1.一种无动力雨水分流装置，用于实现初期雨水与后期雨水的自动分流，其特征在于，包括：

雨水井，顶部开口，用于接收并容纳雨水；

初期雨水收集模块，设置于雨水井内并与污水管道连接，用于在降雨的初期根据雨水产生的重力自动控制初期雨水排放至污水管道进行处理；

后期雨水收集模块，设置于雨水井内并与雨水管道连接，用于在降雨的后期根据雨水产生的重力自动控制后期雨水通过雨水管道排放至水体。

2.根据权利要求1所述的无动力雨水分流装置，其特征在于，所述初期雨水收集模块包括：

初期雨水排出口，与污水管道连接，用于作为初期雨水的排出通道；

初期出水管阀门，设置于雨水井内并与初期雨水排出口连接，用于初期雨水的排出；

初期出水管阀门控制组件，与初期出水管阀门连接，用于根据随降雨时间变化的雨水重力，控制初期出水管阀门的开关。

3.根据权利要求2所述的无动力雨水分流装置，其特征在于，所述初期出水管阀门控制组件包括：

初期控制桶，用于根据雨水产生的重力带动初期出水管阀门运动；

虹吸管，设置于雨水井内并与初期控制桶连接，用于将雨水井内的雨水通过虹吸作用传递至初期控制桶；

第一滑轮组，分别与初期控制桶和初期出水管阀门连接，用于实现初期控制桶对初期出水管阀门的控制。

4.根据权利要求3所述的无动力雨水分流装置，其特征在于，所述初期控制桶的底部设有初期控制桶出水管，用于初期控制桶内雨水的排出，实现初期出水管阀门的关闭。

5.根据权利要求4所述的无动力雨水分流装置，其特征在于，所述虹吸管上还设有虹吸过滤头，所述虹吸过滤头的孔径小于初期控制桶出水管直径的0.8倍。

6.根据权利要求1所述的无动力雨水分流装置，其特征在于，所述后期雨水收集模块包括：

后期雨水排放室，与雨水井连接，用于容纳后期雨水；

雨水连接管，分别与雨水井和后期雨水排放室连接，用于将雨水井内的后期雨水传输至后期雨水排放室；

后期出水管阀门，设置于雨水井内并与雨水连接管连接，用于后期雨水从雨水井至后期雨水排放室的传输；

后期出水管阀门控制组件，与后期出水管阀门连接，用于根据随降雨时间变化的雨水重力，控制后期出水管阀门的开关；

后期雨水排出口，设置于后期雨水排放室内，用于作为后期雨水从后期雨水排放室的排出通道。

7.根据权利要求6所述的无动力雨水分流装置，其特征在于，所述后期出水管阀门控制组件包括：

后期控制桶，用于根据初期雨水排出模块排出至桶内的雨水产生的重力以及雨水连接管排出的雨水产生的重力带动后期出水管阀门运动；

第二滑轮组，分别与后期控制桶和后期出水管阀门连接，用于实现后期控制桶对后期出水管阀门的控制。

8.根据权利要求7所述的无动力雨水分流装置，其特征在于，所述后期控制桶的底部设有后期控制桶出水管，用于控制后期控制桶内雨水的排出，实现后期出水管阀门的关闭。

9.根据权利要求1所述的无动力雨水分流装置，其特征在于，所述雨水井顶端还设有雨水篦，用于拦截地表的大颗粒污染物。

10.根据权利要求1所述的无动力雨水分流装置，其特征在于，所述雨水井内还设有橡胶密封垫，用于实现初期雨水收集模块和后期雨水收集模块的密封。

一种无动力雨水分流装置

技术领域

[0001] 本发明涉及城市面源污染控制领域，尤其是涉及一种无动力雨水分流装置。

背景技术

[0002] 国内外调查资料均表明，降雨形成的初期雨水因携带管道沉积物、道路粉尘等污染物，其浓度与城市污水厂进水水质相近甚至高于污水厂进水水质。因此，在那些已经实施雨污分流的城市，如没有妥善收集并处理初期雨水的措施，仍会出现暴雨期城市河道污染现状明显，水体发黑发臭的现象，严重影响居民的生活质量。当前，在国家大力推广海绵城市应用，保护城市水体环境，为居民创建良好生态环境的背景下，控制城市面源污染，尤其是控制初期雨水污染愈发成为人们关注的重点。

[0003] 由于降雨的不确定性、随机性、以及范围大等特点，使得降雨污染的控制仍然存在一些不足，无法满足国家建设环境友好城市的需要。目前应用较多的初期雨水控制方法为源头截污处理，即通过构建绿色基础设施，如雨水花园、绿色屋顶，植草沟等类似具有截留、过滤、吸附处理污染物功能的设施，来减少初期雨水污染程度。除了上述源头截污处理方法外，应用较多的就是采用专有装置对初期雨水进行截留收集，分流初期雨水与后期雨水，然后将高污染的初期雨水通过污水管网输送到城市污水处理厂进行处理，后期雨水直接排放或者经简单处理后利用。

[0004] 目前在初期雨水收集、分离领域已有一些专利。丁志强发明的“一种初期雨水收集系统”(ZL201310672725.0)，利用集水室收集污染物浓度较高的初期雨水，集水室充满雨水后无法容纳再多的雨水，雨水井内积水逐渐升高，自雨水连接管排放，初期雨水经取水管排放，解决了初期雨水的污染问题，但是该方法存在着集水室容积较大，初期雨水的排放需要人工控制，且需要水泵等耗能组件等问题，自动化程度不够高。车伍等发明的“分流式雨水自动弃流方法和装置”(ZL02155637.7)，利用一个只需要弃流总体积几分之一的分流池实现了自动分流初期雨水，控制了初期雨水的污染，虽然方法减少了初雨弃流池的规模，但是方法在运行上依然存在对人工的依赖，需要在每一场降雨后人工放空积存的雨水，才能开始下一场雨水初期雨水的弃流收集。上述两种方法都存在自动化程度不够高，对人工依赖性强等缺点，对一些偏远地区或是人工不容易到达的地方适应性差，无法实现对初期雨水的有效控制。针对初期雨水污染控制技术自动化程度低，张海平发明了“一种水力自控初期雨水弃流方法及装置”(ZL200610027956.6)，通过水力学原理进行水力计时，利用磁铁、浮筒及绳索控制阀门开关实现雨水的收集以及自动放空，对控制初期雨水具有不错的效果，但是系统内辅助系统较多，且绳索较多容易缠绕、磁铁要求高等问题，都会影响系统的控制能力，影响对雨水污染的控制管理。

[0005] 查找相关资料发现目前针对初期雨水的污染控制技术大都是初期雨水的截留收集技术，这些技术方案或是存在自动化程度低或是存在建造成本高，或需要额外动力，维护运营费用大等缺点，需要探索结构简单，建造成本低，动力消耗少甚至无动力消耗、运营成本低等有效收集初期雨水的技术方法和装置。

发明内容

[0006] 本发明的目的是针对上述问题提供一种无动力雨水分流装置。

[0007] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现：

[0008] 一种无动力雨水分流装置，用于实现初期雨水与后期雨水的自动分流，包括：

[0009] 雨水井，顶部开口，用于接收并容纳雨水；

[0010] 初期雨水收集模块，设置于雨水井内并与污水管道连接，用于在降雨的初期根据雨水产生的重力自动控制初期雨水排放至污水管道进行处理；

[0011] 后期雨水收集模块，设置于雨水井内并与雨水管道连接，用于在降雨的后期根据雨水产生的重力自动控制后期雨水通过雨水管道排放至水体。

[0012] 所述初期雨水收集模块包括：

[0013] 初期雨水排出口，与污水管道连接，用于作为初期雨水的排出通道；

[0014] 初期出水管阀门，设置于雨水井内并与初期雨水排出口连接，用于初期雨水的排出；

[0015] 初期出水管阀门控制组件，与初期出水管阀门连接，用于根据随降雨时间变化的雨水重力，控制初期出水管阀门的开关。

[0016] 所述初期出水管阀门控制组件包括：

[0017] 初期控制桶，用于根据雨水产生的重力带动初期出水管阀门运动；

[0018] 虹吸管，设置于雨水井内并与初期控制桶连接，用于将雨水井内的雨水通过虹吸作用传递至初期控制桶；

[0019] 第一滑轮组，分别与初期控制桶和初期出水管阀门连接，用于实现初期控制桶对初期出水管阀门的控制。

[0020] 所述初期控制桶的底部设有初期控制桶出水管，用于初期控制桶内雨水的排出，实现初期出水管阀门的关闭。

[0021] 所述虹吸管上还设有虹吸过滤头，所述虹吸过滤头的孔径小于初期控制桶出水管直径的0.8倍。

[0022] 所述后期雨水收集模块包括：

[0023] 后期雨水排放室，与雨水井连接，用于容纳后期雨水；

[0024] 雨水连接管，分别与雨水井和后期雨水排放室连接，用于将雨水井内的后期雨水传输至后期雨水排放室；

[0025] 后期出水管阀门，设置于雨水井内并与雨水连接管连接，用于后期雨水从雨水井至后期雨水排放室的传输；

[0026] 后期出水管阀门控制组件，与后期出水管阀门连接，用于根据随降雨时间变化的雨水重力，控制后期出水管阀门的开关；

[0027] 后期雨水排出口，设置于后期雨水排放室内，用于作为后期雨水从后期雨水排放室的排出通道。

[0028] 所述后期出水管阀门控制组件包括：

[0029] 后期控制桶，用于根据初期雨水排出模块排出至桶内的雨水产生的重力以及雨水连接管排出的雨水产生的重力带动后期出水管阀门运动；

[0030] 第二滑轮组，分别与后期控制桶和后期出水管阀门连接，用于实现后期控制桶对后期出水管阀门的控制。

[0031] 所述后期控制桶的底部设有后期控制桶出水管，用于控制后期控制桶内雨水的排出，实现后期出水管阀门的关闭。

[0032] 所述雨水井顶端还设有雨水篦，用于拦截地表的大颗粒污染物。

[0033] 所述雨水井内还设有橡胶密封垫，用于实现初期雨水收集模块和后期雨水收集模块的密封。

[0034] 与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

[0035] (1)整个装置结构简单，只需要雨水井和设置在雨水井内的初期雨水收集模块和后期雨水收集模块，且初期雨水收集模块和后期雨水收集模块均是根据雨水产生的重力自动控制雨水的流向，无需额外动力和人工操作，只需定期检查装置是否完好以及是否发生堵塞即可，大大节省了能源。

[0036] (2)初期雨水收集模块仅需排出口、阀门和阀门控制组件即可实现，实现方式简单，且排出口和阀门的建造成本很低，阀门控制组件也是通过常见的控制桶、滑轮组和虹吸管实现，大大节省了整体装置的成本。

[0037] (3)初期控制桶的底部设有初期控制桶出水管，使得在初期雨水排出完全后，初期控制桶可以自动排空，进而自动关闭初期出水管阀门从而进行后续的后期雨水的排水工作，实现方式简单的同时效果显著，无需人工控制即可全自动实现初期雨水和后期雨水的分流。

[0038] (4)虹吸管上设有孔径小于初期控制桶出水管直径0.8倍的虹吸过滤头，可以防止雨水中的颗粒物对虹吸管进行堵塞，保证了装置稳定且自动化的运行。

[0039] (5)后期雨水收集模块通过后期雨水排放室、雨水连接管、后期出水管阀门、后期出水管阀门控制组件和后期雨水排出口实现，各个实现设备均常见且性价比高，而且后期出水管阀门控制组件通过后期控制桶和第二滑轮组即可实现，实现方式简单且便于组装，进一步降低了整个装置的成本。

[0040] (6)后期雨水收集模块设有后期雨水排放室，先将雨水通过雨水连接管传送至后期雨水排放室再进行进一步的排放，保证了初期和后期雨水的分离完全，避免二者发生混淆，同时在后期雨水的排出过程中，雨水连接管除了将雨水传输至后期雨水排放室外，还有一部分进入了后期控制桶，可以保持后期控制桶的重力符合要求，从而保证后期出水管阀门保持打开状态，避免后期雨水有所残留。

[0041] (7)后期控制桶的底部设有后期控制桶出水管，可以实现整个装置的复位，在后期雨水也完全排出的情况下，后期控制桶的质量渐渐减轻，带动后期出水管阀门关闭，使得整个装置回复到初始状态，等待下一次的雨水分流，实现了装置的完全自动控制。

[0042] (8)雨水井顶端还设有雨水篦，能够拦截地表上的各种大颗粒污染物，防止装置堵塞，保证了装置的稳定性。

[0043] (9)雨水井内还设有用于实现初期雨水收集模块和后期雨水收集模块的密封的橡胶密封垫，保证了装置的密封性，避免初期雨水因为密封不严而流出装置造成污染。

附图说明

[0044] 图1为无动力雨水分流装置的结构示意图；

[0045] 图2为无动力雨水分流装置的平面示意图；

[0046] 图3为初期雨水进入污水管道时装置的示意图；

[0047] 图4为后期雨水进入雨水管道时装置的示意图；

[0048] 其中，1为雨水篦，2为雨水井，3为虹吸过滤头，4为虹吸管，5为初期出水管阀门，6为后期出水管阀门，7为橡胶密封垫，8为初期雨水排出口，9为雨水连接管，10为第一绳索，11为第二绳索，12为初期控制桶，13为初期控制桶出水管，14为后期控制桶，15为后期控制桶出水管，16为后期雨水排出口，17为后期雨水排放室。

具体实施方式

[0049] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0050] 如图1～2所示为本实施例中提供的无动力雨水分流装置，包括：雨水井2，顶部开口，用于接收并容纳雨水；初期雨水收集模块，设置于雨水井2内并与污水管道连接，用于在降雨的初期根据雨水产生的重力自动控制初期雨水排放至污水管道进行处理；后期雨水收集模块，设置于雨水井2内并与雨水管道连接，用于在降雨的后期根据雨水产生的重力自动控制后期雨水通过雨水管道排放至水体。

[0051] 其中，初期雨水收集模块包括：初期雨水排出口8，与污水管道连接，用于作为初期雨水的排出通道；初期出水管阀门5，设置于雨水井2内并与初期雨水排出口8连接，用于控制初期雨水的排出；初期出水管阀门控制组件，与初期出水管阀门5连接，用于根据随降雨时间变化的雨水重力，控制初期出水管阀门5的开关。初期出水管阀门控制组件包括：初期控制桶12，用于根据雨水产生的重力带动初期出水管阀门5运动；虹吸管4，设置于雨水井2内并与初期控制桶12连接，用于将雨水井2内的雨水通过虹吸作用传递至初期控制桶12；第一滑轮组，分别与初期控制桶12和初期出水管阀门5连接，用于实现初期控制桶12对初期出水管阀门5的控制。初期控制桶12的底部设有初期控制桶出水管13，用于控制初期控制桶12内雨水的排出，实现初期出水管阀门5的关闭。虹吸管4上还设有虹吸过滤头3，虹吸过滤头3的孔径小于初期控制桶出水管13直径的0.8倍。后期雨水收集模块包括：后期雨水排放室17，与雨水井2连接，用于容纳后期雨水；雨水连接管9，分别与雨水井2和后期雨水排放室17连接，用于将雨水井2内的后期雨水传输至后期雨水排放室17；后期出水管阀门6，设置于雨水井2内并与雨水连接管9连接，用于控制后期雨水从雨水井2至后期雨水排放室17的传输；后期出水管阀门控制组件，与后期出水管阀门6连接，用于根据随降雨时间变化的雨水重力，控制后期出水管阀门6的开关；后期雨水排出口16，设置于后期雨水排放室17内，用于作为后期雨水从后期雨水排放室17的排出通道。后期出水管阀门控制组件包括：后期控制桶14，用于根据初期雨水排出模块排出至桶内的雨水产生的重力以及雨水连接管9排出的雨水产生的重力带动后期出水管阀门6运动；第二滑轮组，分别与后期控制桶14和后期出水管阀门6连接，用于实现后期控制桶14对后期出水管阀门6的控制。后期控制桶14的底部设有后期控制桶出水管15，用于控制后期控制桶14内雨水的排出，实现后期出水管阀门6的关闭。雨水井2顶端还设有雨水篦1，用于拦截地表的大颗粒污染物。雨水井2内还设有橡胶密

封垫7，用于实现初期雨水收集模块和后期雨水收集模块的密封。

[0052] 依据上述模块，建立具体装置，具体的实施方法如下：

[0053] 1)根据工程实施地区多年降雨径流水量、水质等资料，来确定合理的初期雨水量R(累积降雨深度；mm)。

[0054] 2)结合装置服务的区域A(m^2)、区域的综合径流系数φ，确定初期雨水径流量V＝φRA，并以此为基础设计装置雨水井2规模。一般要求雨水井2体积为(1.1-2.0)V；而虹吸管4高度h＝0.9*V/雨水井截面积。

[0055] 3)雨水井2内的初期雨水和后期雨水出水管阀门开始处于关闭状态。当初期雨水从雨水口进入的雨水井2内达到并超过虹吸管4，发生虹吸作用，雨水进入到初期控制桶12，初期控制桶12满载后，要保证通过初期控制桶12本身重量加上水的重力和第一绳索10拉动初期出水管阀门5，初期雨水排入污水管道，如图3所示。

[0056] 4)初期雨水排放时间T(min)根据流体力学贝努利方程计算，在此期间，虹吸仍然进行，直至虹吸管头漏出水面，虹吸过程结束。在该段时间T结束时，初期控制桶12内的雨水通过初期控制桶出水管13慢慢流出，初期控制桶12的重量减轻难以拉动初期出水管阀门5，使得初期出水管阀门5关闭；同时为避免后期出水管阀门6提前打开，初期雨水混入后期雨水，该段时间T也要等于初期控制桶出水管13的出水注满后期控制桶14的时间，以便利用后期控制桶14的重力(含后期控制桶14本身重量)和第二绳索11打开后期出水管阀门6，后期雨水排入到后期雨水排放室17中，然后通过后期雨水排出口16排入雨水管道最终进入水体，如图4所示；

[0057] 5)为了保证后期雨水排放过程中后期出水管阀门6长开，在排放过程中雨水连接管9中的雨水也部分进入后期控制桶14中，保持后期控制桶14处于满载状态。

[0058] 6)由于地表污染物的累积需要一定的时间，因此以降雨停止t(h)后，产生的降雨才考虑作为初期雨水。根据时间t确定装置复位的系统设计，即后期雨水排放室17内的雨水排空后，后期雨控制桶内的雨水在后期控制桶出水管15控制下排空，其排空时间为t(h)，此时间也采用贝努利方程计算得到。当后期控制桶14重量不足以拉动后期出水管阀门6后，后期出水管阀门6关闭，恢复到初始状态，即初期出水管阀门5和后期出水管阀门6关闭，雨水井2排空，等待下一次初期雨水的收集。

[0059] 雨水篦1能够拦截地表上的各种大颗粒污染物，为了防止堵塞虹吸管4，同时为进一步防止堵塞情况的出现，在虹吸管4上安装孔径更为细密的虹吸过滤头3，虹吸过滤头3的孔径要小于0.8倍初期控制桶出水管13的直径，且距离池底约5cm。此外为了密封，初期出水管阀门5和后期出水管阀门6之间要设有橡胶密封垫7。对于装置涉及到的具体参数，根据当地的多场降雨雨水水质分析和降雨量统计，确定初期雨水弃流量，根据当地多年降雨资料确定两场降雨之间的间隔时间，作为系统复位所需时间。

[0060] 以A＝600m^2的道路区域，径流系数φ＝0.85，需截留初期雨水的深度R＝8mm深度雨水，降雨强度选择一年一遇的60min降雨，q＝42mm/h，前后两场降雨间隔时间取8h(有资料选择6h，具体根据当地多年降雨资料确定)为例：

[0061] 初期雨水体积V＝φAR＝0.85×0.008×600＝4.08m^3，雨水井2水平截面2*2m，高度h＝1.2m，构筑雨水井2体积$V_{实}$＝2×2×1.2＝4.8m^3＞4m^3。后期雨水排放室17需保证初期控制桶12、后期控制桶14有足够的活动空间(拉开阀门桶下降的空间，保证两桶不发生碰

撞，并且保证检修人员下去活动的空间)，设雨水排放室2m×0.7m×2m(长×宽×深)。虹吸管4管径50mm，初期控制桶12重量为初期出水管阀门5重量的1/4～1/3，后期控制桶14重量为后期出水管阀门6重量的1/4～1/3。在雨水井2内水面高度达到虹吸管4吸水高度时，通过虹吸作用，初期控制桶12内开始存水，同时出水进入后期控制桶14，在这一过程，后期控制桶14雨水流量增加：

[0062] $$Q = u_c A\sqrt{2gH} \qquad (1)$$

[0063] 后期控制桶14内雨水增加的体积：

[0064] $$V = \int_0^t u_c A\sqrt{2gH}\,dt \qquad (2)$$

[0065] 式中，Q为流量，m^3/s；u_c为水的黏度系数，pa·s；A为初期控制桶出水管13截面积，m^2；H为初期控制桶12内液位深度，m；V为雨水体积，m^3；t为初期控制桶12出水到后期控制桶14的时间，s；

[0066] 当初期控制桶12及内部水重量高于初期出水管阀门5重力及其上受水压力时，拉开初期出水管阀门5，初期雨水流出，雨水井2内液位逐渐低于虹吸管4吸水深度，雨水直接通过初期雨水排出口8流出，初期控制桶12内水位逐渐降低，后期控制桶14重量逐渐增加，到初期出水管阀门5关闭，后期出水管阀门6被拉开，雨水从雨水连接管9流进后期雨水排放室17并进入到后期控制桶14(后期出水管阀门6完全拉开时，后期控制桶14刚好到达后期雨水排放室17底部)，当降雨停止，不再有雨水进入雨水井2，后期控制桶14内的水逐渐排出，并在Th时关闭后期出水管阀门6，

[0067] 在这一过程，后期控制桶14雨水流量减少：

[0068] $$Q = u_c A\sqrt{2gh} \qquad (3)$$

[0069] 后期控制桶14内雨水排出的体积

[0070] $$V = \int_0^T u_c A\sqrt{2gH}\,dt \qquad (4)$$

[0071] 式中，Q为流量，m^3/s；u_c为水的黏度系数，pa·s；A为后期控制桶出水管15的截面积，m^2；H为水桶内液位深度，m；V为雨水排出体积(排出到后期出水管阀门关闭体积)，m^3；T为阀门完全关闭所需时间，h。上述过程完成后，为下一次系统启动做好准备。

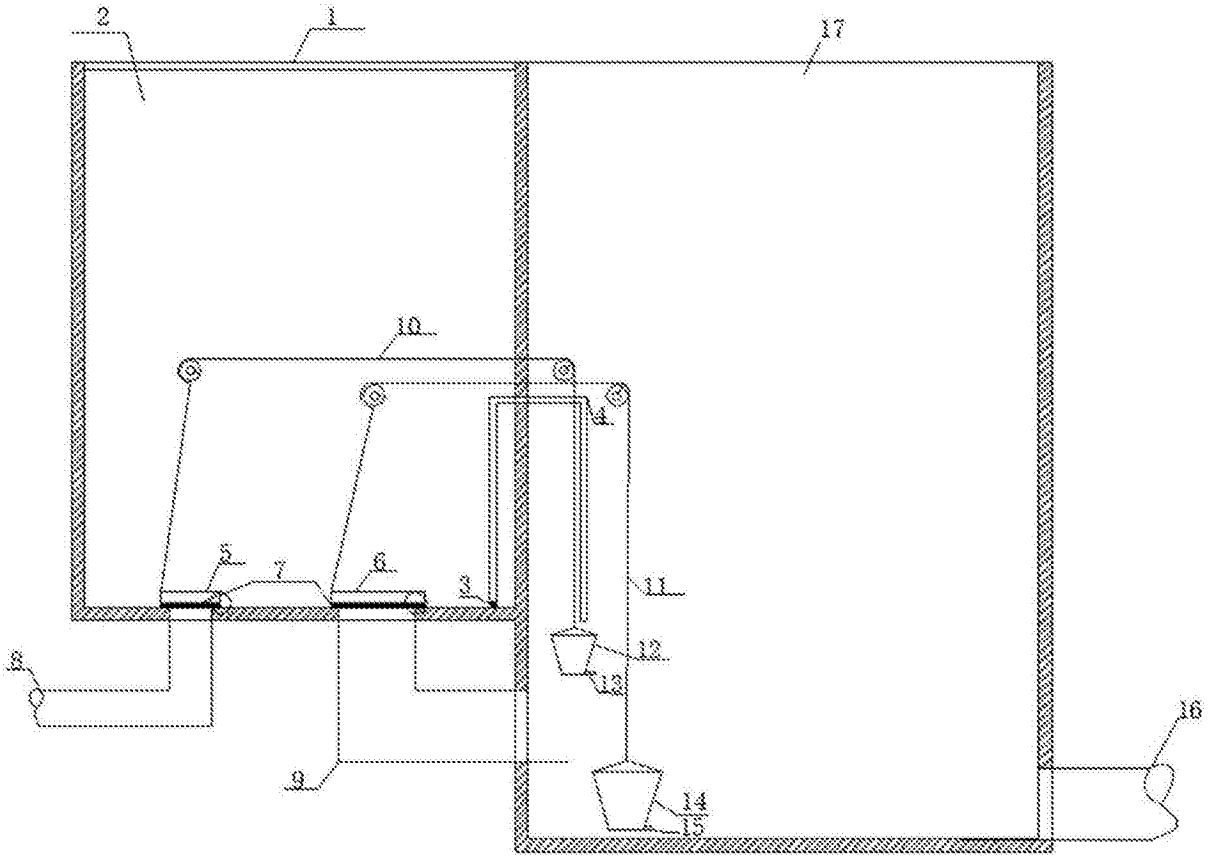


图1

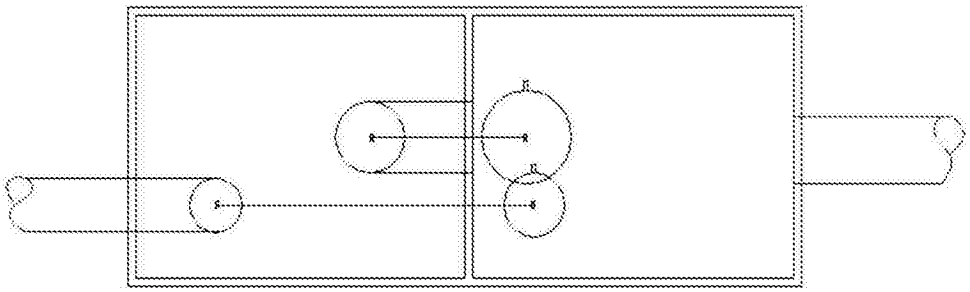


图2

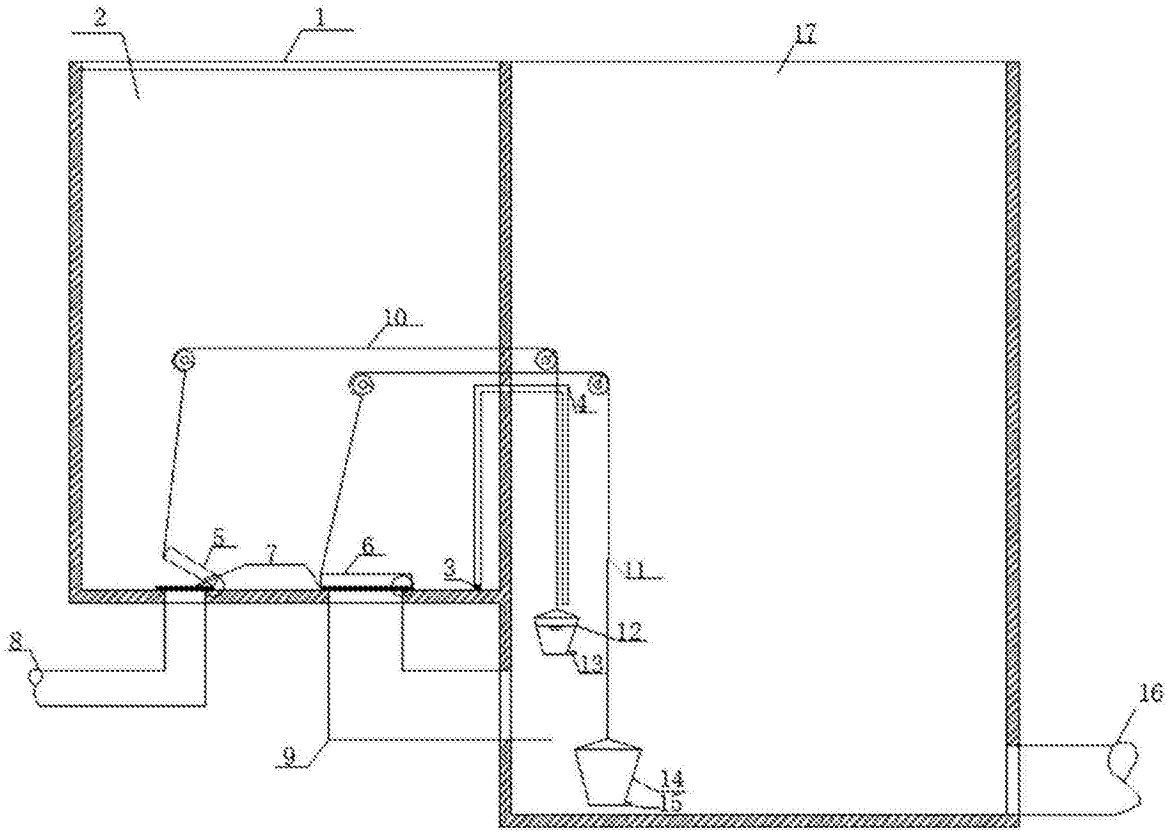


图3

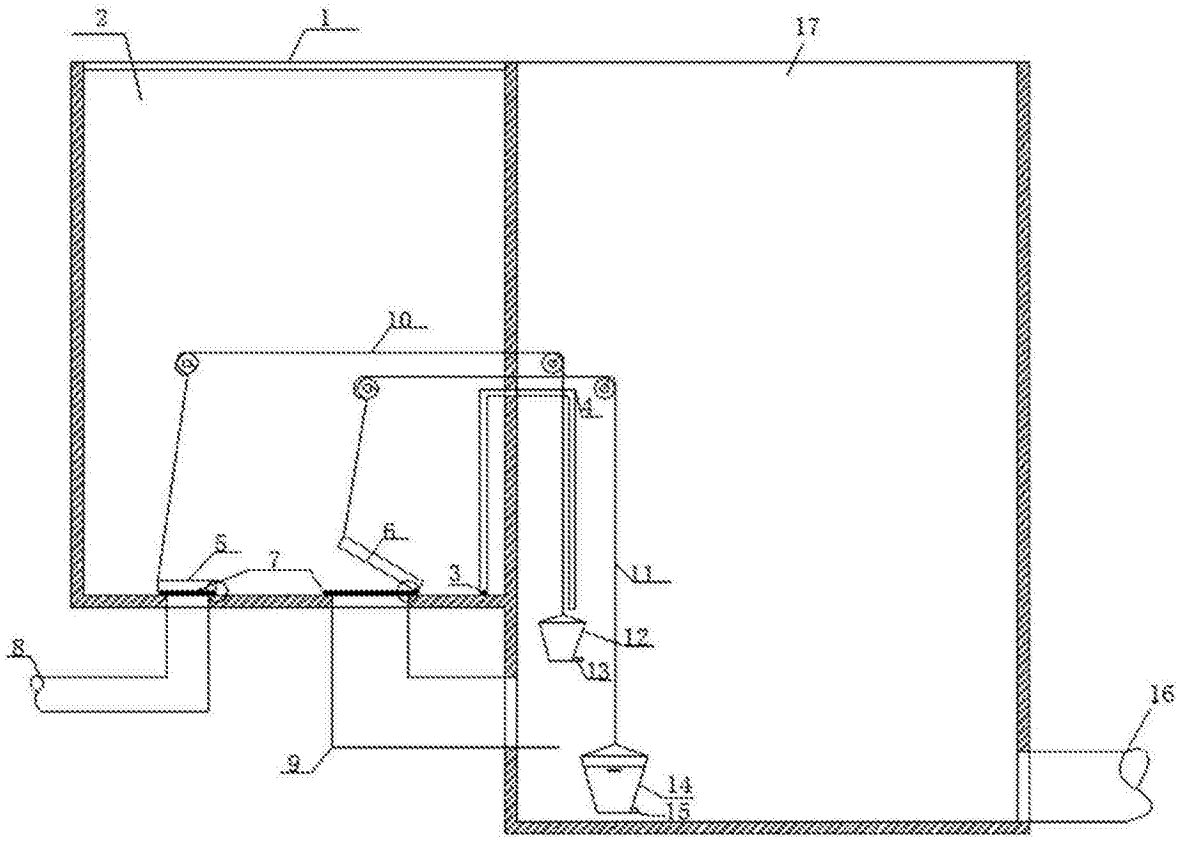


图4