(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119162978 A
(43)申请公布日 2024.12.20

(21)申请号 202411294773.5

(22)申请日 2024.09.14

(71)申请人 湖南省水运建设投资集团有限公司
地址 410000 湖南省长沙市天心区新姚南路196号
申请人 湖南省交通规划勘察设计院有限公司
湖南理工学院

(72)发明人 周千凯 刘永胜 刘晓红 彭哲 王能 周林辉 李帆 肖宇 王勇 蒋融

(74)专利代理机构 长沙知行亦创知识产权代理事务所(普通合伙) 43240
专利代理师 李杰

(51)Int.Cl.
E02C 1/00(2006.01)
E02C 1/06(2006.01)

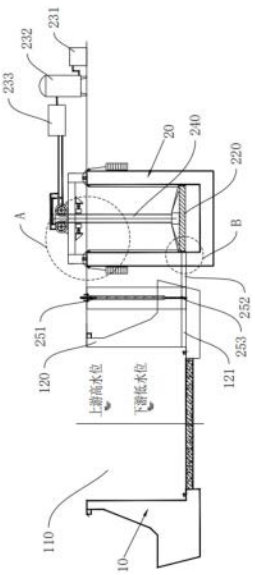
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

一种空气储能式省水船闸及其控制方法

(57)摘要

本发明提供一种空气储能式省水船闸及其供水控制方法,包括船闸主体结构和设于船闸主体结构侧边的省水池结构,省水池结构包括池体、压缩盖、空气供能组件、传动组件以及输水组件,在压缩盖处于下行状态时,空气供能组件驱动传动组件带动压缩盖沿池体的内壁下移,从而驱动池体内的水通过输水组件和第一横向输水廊道进入闸室内补水,在压缩盖处于上行状态时,空气供能组件驱动传动组件带动压缩盖沿池体的内壁上移,以使闸室内的水通过第一横向输水廊道和输水组件进入池体内。相比于现有的省水船闸,可以大幅减少用水量,无需从外部新建水库引水,大幅降低新建水源水库和引水系统工程,大幅节省工程造价。



CN 119162978 A

1.一种空气储能式省水船闸,其特征在于,包括船闸主体结构和设于所述船闸主体结构侧边的省水池结构,其中,

所述船闸主体结构包括连通闸室的第一横向输水廊道;

所述省水池结构包括池体、压缩盖、空气供能组件、传动组件以及输水组件,所述池体开设有所述输水组件贯穿的连通孔,所述输水组件的一端通过所述连通孔连通至所述池体内,所述输水组件的另一端和所述横向输水组件连通,所述压缩盖沿所述池体的内壁可移动且和所述池体的内壁活动密封接触,所述压缩盖的顶部和所述传动组件连接,所述传动组件和所述空气供能组件连接,所述压缩盖具有沿所述池体的高度方向上的下行状态和上行状态;

其中,在所述压缩盖处于所述下行状态时,所述空气供能组件驱动所述传动组件带动所述压缩盖沿所述池体的内壁下移,从而驱动所述池体内的水通过所述输水组件和所述第一横向输水廊道进入闸室内补水;在所述压缩盖处于所述上行状态时,所述空气供能组件驱动所述传动组件带动所述压缩盖沿所述池体的内壁上移,以使闸室内的水通过所述第一横向输水廊道和所述输水组件进入所述池体内。

2.根据权利要求1所述的空气储能式省水船闸,其特征在于,所述空气供能组件包括空压机、空气储罐、过滤干燥单元以及气动执行机构,所述空压机的出气端通过管道和所述空气储罐的进气端连通,所述过滤干燥单元包括进气端和出气端,所述过滤干燥单元的进气端通过管道和所述空气储罐的出气端连通,所述过滤干燥单元的出气端通过管道和所述气动执行机构的输入端连接,所述传动组件和所述气动执行机构的输出端连接。

3.根据权利要求2所述的空气储能式省水船闸,其特征在于,所述池体包括池本体和安装在所述池本体顶部的固定排架,所述气动执行机构安装在所述固定排架上。

4.根据权利要求3所述的空气储能式省水船闸,其特征在于,所述气动执行机构为气动马达,所述传动组件包括竖向齿条和连接在所述气动马达的输出端的齿轮,所述竖向齿条和所述齿轮啮合,所述齿条的底端和所述压缩盖连接。

5.根据权利要求4所述的空气储能式省水船闸,其特征在于,还包括两个分别设于所述池本体两侧的平衡配重组件,每个所述平衡配重组件包括第一定滑轮组件、第二定滑轮组件、第三定滑轮组件、钢丝绳以及多个沿竖向依次堆叠的重块,所述第一定滑轮组件安装在所述池本体的顶面,所述第二定滑轮组件安装在所述池本体的内壁,所述第三定滑轮组件安装在所述池本体的外壁,所述钢丝绳的一端与所述压缩盖的顶部连接,另一端依次缠绕所述第二定滑轮、所述第一定滑轮以及第三定滑轮后与最顶部的重块连接。

6.根据权利要求5所述的空气储能式省水船闸,其特征在于,还包括位于所述竖向齿条侧边的锁定机构,所述锁定机构包括安装基座、横向驱动气缸以及锁定头,所述安装基座与所述固定排架连接,所述横向驱动气缸安装在所述安装基座上,所述锁定头设有和所述竖向齿条相匹配的卡齿;其中,所述横向驱动气缸驱动所述锁定头朝向所述竖向齿条运动并与所述竖向齿条啮合,以锁定所述竖向齿条,所述横向驱动气缸驱动所述锁定头远离所述竖向齿条并与所述竖向齿条脱开,以松开所述竖向齿条。

7.根据权利要求3所述的空气储能式省水船闸,其特征在于,所述输水组件包括输水阀门启闭机、连接在所述输水阀门启闭机底部的输水闸门、以及与所述第一横向输水廊道一一对应布设的第二横向输水廊道,所述第二横向输水廊道和所述第一横向输水廊道连通,

所述输水阀门启闭机带动所述输水闸门沿竖向运动至下极限位置时,所述第一横向输水廊道处于阻断状态,以阻止水在池体内和闸室之间流动,所述输水阀门启闭机带动所述输水闸门沿竖向从下极限位置向上运动时,所述第一横向输水廊道处于畅通状态,以使水在池体内和闸室之间可流动。

8.根据权利要求3所述的空气储能式省水船闸,其特征在于,所述省水池结构的数量为多个,多个所述省水池结构沿所述船闸主体结构的延伸方向间隔排布。

9.一种空气储能式省水船闸的供水控制方法,应用于如权利要求6-8任意一项所述的空气储能式省水船闸,其特征在于,包括步骤:

S1,响应闸室供水请求,启动空压机、空气储罐、过滤干燥单元以及气动马达,通过所述气动马达依次带动齿轮、竖向齿条,进而带动齿轮进行下行状态,以驱动所述池体内的水通过所述输水组件和所述第一横向输水廊道进入闸室内补水;

S2,获取闸室内的实时水位,并判断所述实时水位是否到达预设水位;

S3,在所述实时水位到达预设水位时,启动所述横向驱动气缸驱动所述锁定头朝向所述竖向齿条运动并与所述竖向齿条啮合,以锁定所述竖向齿条。

10.根据权利要求3所述的空气储能式省水船闸的供水控制方法,其特征在于,所述步骤S1中气动马达的型号通过如下步骤得到:

根据公式 $Q_l = \frac{(2\rho g \Delta V_1 S_1 t^2 + 2P_1 S_1^2 t^2 - \rho \Delta V_1^2)\eta \Delta V_2}{2P_T S_1^2 S_2^2 t^3}$ 确定气动马达在供水过程中的理想耗气总量Q_1;其中,ρ为水的密度,g为重力加速度,ΔV_1为供水过程闸室内水位体积变化量,S_1为闸室的底面积,S_2为池本体的底面积,t为供水过程的总供水时间,P_1为大气压强,η为气动马达效率,ΔV_2为供水过程池本体内水位体积变化量,P_T为空压机的额定泵压力;

根据公式$Q_s = \frac{Q_l}{k_1 k_2 k_3 k_4}$确定气动马达在整体供水过程中的实际耗气总量$Q_s$;$k_1$为空压机至气动马达之间的有效能量传递系数,$k_2$为气动马达至传动组件之间的有效能量传递系数,$k_3$为压缩盖至平衡配重组件之间的有效能量传递系数,$k_4$为池本体至闸室之间的有效能量传递系数;

根据所述Q_s和供水过程的总供水时间t确定气动马达的型号。

一种空气储能式省水船闸及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及船闸技术领域,尤其是一种空气储能式省水船闸及其供水控制方法。

背景技术

[0002] 在水资源紧缺的地区或者抽水成本较高的运河地区(例如湘桂运河、平陆运河),水资源显得尤为珍贵。省水船闸是指在闸室的一侧或两侧设有省水池,省水池用于在闸室泄水时接收部分水流,并在后续需要时将这些水重新灌回闸室,从而减少了从外部水源抽水的需求,通过循环利用省水池中的水,能够显著降低了船只通过过程中所需的总水量。

[0003] 现有省水船闸的工作过程为:当闸室需要降低水位以便船只下行时,先将水排到省水池中,由于大气压强作用,当闸室水位与省水池水位齐平后,闸室内的水还未能和下游水位平齐,需要将闸室内剩余的水通过连通下游的输水廊道排向下游,直至与下游水位齐平,船只即可下行。

[0004] 当船只需要从下游往上游航行(上行)时,需要先将省水池中的水汇进闸室,由于大气压强作用,省水池的水不能充满闸室,还未能和上游水位平齐,因此在省水池和闸室水位平齐后,闸室内不足部分的水由连通上游的输水廊道或者在省水池外部新建水库调水来补充,直至闸室水位与上游齐平时,船只即可继续上行。

[0005] 因此,现有省水船闸实际节省的水资源依然有限,例如下行过程闸室水位与省水池水位齐平后,需要继续将闸室内水外排至下游直至与下游水位齐平,上行过程还需要从上游供水或者在省水池外部新建水库调水来补充。现有省水船闸未完全解决缺水问题,而新建水库涉及面广,工程量大,造价高,且引水系统涉及面更广,涉及一系列水库选址、地基防渗、渠道隧道地质条件等问题。

[0006] 鉴于此,有必要提出一种空气储能式省水船闸及其供水控制方法以解决或至少缓解上述缺陷。

发明内容

[0007] 本发明的主要目的在于提供一种空气储能式省水船闸及其供水控制方法,以解决现有省水船闸未完全解决缺水问题,若新建水库涉及面广,工程量大,造价高的技术问题。

[0008] 为实现上述目的,本发明提供了一种空气储能式省水船闸,包括船闸主体结构和设于所述船闸主体结构侧边的省水池结构,其中,

[0009] 所述船闸主体结构包括连通闸室的第一横向输水廊道;

[0010] 所述省水池结构包括池体、压缩盖、空气供能组件、传动组件以及输水组件,所述池体开设有所述输水组件贯穿的连通孔,所述输水组件的一端通过所述连通孔连通至所述池体内,所述输水组件的另一端和所述横向输水组件连通,所述压缩盖沿所述池体的内壁可移动且和所述池体的内壁活动密封接触,所述压缩盖的顶部和所述传动组件连接,所述传动组件和所述空气供能组件连接,所述压缩盖具有沿所述池体的高度方向上的下行状态和上行状态;

[0011] 其中,在所述压缩盖处于所述下行状态时,所述空气供能组件驱动所述传动组件带动所述压缩盖沿所述池体的内壁下移,从而驱动所述池体内的水通过所述输水组件和所述第一横向输水廊道进入闸室内补水;在所述压缩盖处于所述上行状态时,所述空气供能组件驱动所述传动组件带动所述压缩盖沿所述池体的内壁上移,以使闸室内的水通过所述第一横向输水廊道和所述输水组件进入所述池体内。

[0012] 优选地,所述空气供能组件包括空压机、空气储罐、过滤干燥单元以及气动执行机构,所述空压机的出气端通过管道和所述空气储罐的进气端连通,所述过滤干燥单元包括进气端和出气端,所述过滤干燥单元的进气端通过管道和所述空气储罐的出气端连通,所述过滤干燥单元的出气端通过管道和所述气动执行机构的输入端连接,所述传动组件和所述气动执行机构的输出端连接。

[0013] 优选地,所述池体包括池本体和安装在所述池本体顶部的固定排架,所述气动执行机构安装在所述固定排架上。

[0014] 优选地,所述气动执行机构为气动马达,所述传动组件包括竖向齿条和连接在所述气动马达的输出端的齿轮,所述竖向齿条和所述齿轮啮合,所述齿条的底端和所述压缩盖连接。

[0015] 优选地,还包括两个分别设于所述池本体两侧的平衡配重组件,每个所述平衡配重组件包括第一定滑轮组件、第二定滑轮组件、第三定滑轮组件、钢丝绳以及多个沿竖向依次堆叠的重块,所述第一定滑轮组件安装在所述池本体的顶面,所述第二定滑轮组件安装在所述池本体的内壁,所述第三定滑轮组件安装在所述池本体的外壁,所述钢丝绳的一端与所述压缩盖的顶部连接,另一端依次缠绕所述第二定滑轮、所述第一定滑轮以及第三定滑轮后与最顶部的重块连接。

[0016] 优选地,还包括位于所述竖向齿条侧边的锁定机构,所述锁定机构包括安装基座、横向驱动气缸以及锁定头,所述安装基座与所述固定排架连接,所述横向驱动气缸安装在所述安装基座上,所述锁定头设有和所述竖向齿条相匹配的卡齿;其中,所述横向驱动气缸驱动所述锁定头朝向所述竖向齿条运动并与所述竖向齿条啮合,以锁定所述竖向齿条,所述横向驱动气缸驱动所述锁定头远离所述竖向齿条并与所述竖向齿条脱开,以松开所述竖向齿条。

[0017] 优选地,所述输水组件包括输水阀门启闭机、连接在所述输水阀门启闭机底部的输水闸门、以及与所述第一横向输水廊道一一对应布设的第二横向输水廊道,所述第二横向输水廊道和所述第一横向输水廊道连通,所述输水阀门启闭机带动所述输水闸门沿竖向运动至下极限位置时,所述第一横向输水廊道处于阻断状态,以阻止水在池体内和闸室之间流动,所述输水阀门启闭机带动所述输水闸门沿竖向从下极限位置向上运动时,所述第一横向输水廊道处于畅通状态,以使水在池体内和闸室之间可流动。

[0018] 优选地,所述省水池结构的数量为多个,多个所述省水池结构沿所述船闸主体结构的延伸方向间隔排布。

[0019] 本发明还提供一种空气储能式省水船闸的供水控制方法,包括步骤:

[0020] S1,响应闸室供水请求,启动空压机、空气储罐、过滤干燥单元以及气动马达,通过所述气动马达依次带动齿轮、竖向齿条,进而带动齿轮进行下行状态,以驱动所述池体内的水通过所述输水组件和所述第一横向输水廊道进入闸室内补水;

[0021] S2,获取闸室内的实时水位,并判断所述实时水位是否到达预设水位;

[0022] S3,在所述实时水位到达预设水位时,启动所述横向驱动气缸驱动所述锁定头朝向所述竖向齿条运动并与所述竖向齿条啮合,以锁定所述竖向齿条。

[0023] 优选地,所述步骤S1中气动马达的型号通过如下步骤得到:

[0024] 根据公式 $Q_l=\frac{(2\rho g\Delta V_1 S_1 t^2+2P_1 S_1^2 t^2-\rho\Delta V_1^{\ 2})\eta\Delta V_2}{2P_T S_1^2 S_2^2 t^3}$ 确定气动马达在供水过程中的理想耗气总量Q_1;其中,ρ为水的密度,g为重力加速度,ΔV_1为供水过程闸室内水位体积变化量,S_1为闸室的底面积,S_2为池本体的底面积,t为供水过程的总供水时间,P_1为大气压强,η为气动马达效率,ΔV_2为供水过程池本体内水位体积变化量,P_T为空压机的额定泵压力;

[0025] 根据公式$Q_s=\frac{Q_l}{k_1k_2k_3k_4}$确定气动马达在整体供水过程中的实际耗气总量$Q_s$;$k_1$为空压机至气动马达之间的有效能量传递系数,$k_2$为气动马达至传动组件之间的有效能量传递系数,$k_3$为压缩盖至平衡配重组件之间的有效能量传递系数,$k_4$为池本体至闸室之间的有效能量传递系数;

[0026] 根据所述Q_s和供水过程的总供水时间t确定气动马达的型号。

[0027] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0028] 本发明提供一种空气储能式省水船闸及其供水控制方法,通过控制水在省水池和闸室之间流通,采用的介质仍为水,相比于现有的省水船闸,可以大幅减少用水量,甚至仅需少许补水补充渗漏引起的水量即可,理论节水量可达95%以上;只要省水池的水量能够满足闸室水量的需求,还可以省略掉现有船闸的传统输水廊道(如用于连通上游和闸室的输水廊道、用于连通下游和闸室的输水廊道),改变传统船闸的输水型式;本申请无需从外部新建水库引水,大幅降低新建水源水库和引水系统工程,大幅节省工程造价;利用空气作为动力源,不仅环保无污染,而且成本相对较低,符合绿色可持续发展的理念,储罐内可以采用天然空气,无毒无污染,生产运行安全有保障。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述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发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图示出的结构获得其他的附图。

[0030] 图1为本发明的一实施例中的整体结构的立面示意图;

[0031] 图2为图1中的A处放大示意图;

[0032] 图3为图1中的B处放大示意图;

[0033] 图4为本发明的一实施例中的单个省水池结构的平面示意图;

[0034] 图5为本发明的另一实施例中的多个省水池结构的平面示意图;

[0035] 图6为本发明的一实施例中的供水控制方法流程示意图。

[0036] 本发明目的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

[0037] 附图标号说明:

[0038] 10、船闸主体结构;110、闸室;120、闸室墙;121、第一横向输水廊道;20、省水池结

构;210、池体;211、池本体;212、固定排架;220、压缩盖;221、橡胶圈;231、空压机;232、空气储罐;233、过滤干燥单元;234、气动执行机构;240、传动组件;241、竖向齿条;242、齿轮;251、输水阀门启闭机;252、第二横向输水廊道;253、输水闸门;260、平衡配重组件;261、第一定滑轮组件;262、第二定滑轮组件;263、第三定滑轮组件;264、钢丝绳;265、重块;270、锁定机构;271、安装基座;272、横向驱动气缸;273、锁定头;274、卡齿。

具体实施方式

[0039] 应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0040] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0041] 需要说明,本发明实施例中所有方向性指示(诸如上、下、左、右、前、后……)仅用于解释在某一特定姿态(如附图所述)下各部件之间的相对位置关系、运动情况等,如果该特定姿态发生改变时,则该方向性指示也相应地随之改变。

[0042] 另外,在本发明中涉及“第一”、“第二”等的描述仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示其相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。另外,各个实施例之间的技术方案可以相互结合,但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础,当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在,也不在本发明要求的保护范围之内。

[0043] 请参阅附图1至图5本发明提供的一实施例中的一种空气储能式省水船闸,包括船闸主体结构10和设于所述船闸主体结构10侧边的省水池结构20,其中,所述船闸主体结构10包括连通闸室110的第一横向输水廊道121;

[0044] 所述省水池结构20包括池体210、压缩盖220、空气供能组件(图未标示)、传动组件240以及输水组件(图未标示),所述池体210开设有所述输水组件贯穿的连通孔(图未示出),所述输水组件的一端通过所述连通孔连通至所述池体210内,所述输水组件的另一端和所述横向输水组件连通,所述压缩盖220沿所述池体210的内壁可移动且和所述池体210的内壁活动密封接触,所述压缩盖220的顶部和所述传动组件240连接,所述传动组件240和所述空气供能组件连接,所述压缩盖220具有沿所述池体210的高度方向上的下行状态和上行状态;

[0045] 其中,在所述压缩盖220处于所述下行状态时,所述空气供能组件驱动所述传动组件240带动所述压缩盖220沿所述池体210的内壁下移,从而驱动所述池体210内的水通过所述输水组件和所述第一横向输水廊道121进入闸室110内补水;在所述压缩盖220处于所述上行状态时,所述空气供能组件驱动所述传动组件240带动所述压缩盖220沿所述池体210的内壁上移,以使闸室110内的水通过所述第一横向输水廊道121和所述输水组件进入所述池体210内。

[0046] 具体的,当船只需要从下游往上游航行(上行)时,空气供能组件(如空气压缩机或启动泵)开始工作,产生高压气源,通过传动组件240传递给压缩盖220,压缩盖220在动力的

驱动下沿池体210内壁下移,处于所述下行状态,由于压缩盖220的下移,池体210内的水体受到压缩,通过输水组件输送至第一横向输水廊道121进入闸室110,完成补水过程,该过程闸室110水位上升,直至和上游水位平齐,船只即可继续上行。

[0047] 相反的,当闸室110需要降低水位以便船只下行时,空气供能组件可以反向工作或者是按照后文提供的平衡配重组件260,传动组件240带动压缩盖220沿池体210内壁上移,进入上行状态。此时,闸室110内的水由于压力差作用,通过第一横向输水廊道121反向流回输水组件,并最终进入池体210内储存直至恢复到设定液位(例如初始液位高度),此时闸室110内的水位降至与下游水位齐平,船只即可下行,同时也可以为下一次补水过程做准备。

[0048] 作为较佳示例,如图5所示,所述省水池结构20的数量为多个,多个所述省水池结构20沿所述船闸主体结构10的延伸方向间隔排布,优选地,可以在船闸主体结构10的两侧分别设置多个省水池结构20。

[0049] 本申请方案,通过控制水在省水池和闸室110之间的流通,采用的介质仍为水,相比于现有的省水船闸,可以大幅减少用水量,甚至仅需少许补水补充渗漏引起的水量即可,理论节水量可达95%以上;只要省水池的水量能够满足闸室110水量的需求,还可以省略掉现有船闸的传统输水廊道(如用于连通上游和闸室的输水廊道、用于连通下游和闸室的输水廊道),改变传统船闸的输水型式;本申请无需从外部新建水库引水,大幅降低新建水源水库和引水系统工程,大幅节省工程造价;利用空气作为动力源,不仅环保无污染,而且成本相对较低,符合绿色可持续发展的理念,储罐内可以采用天然空气,无毒无污染,生产运行安全有保障。

[0050] 作为一优选实施方式,如图1所示,所述空气供能组件包括空压机231、空气储罐232、过滤干燥单元233以及气动执行机构234,所述空压机231的出气端通过管道和所述空气储罐232的进气端连通,所述过滤干燥单元233包括进气端和出气端,所述过滤干燥单元233的进气端通过管道和所述空气储罐232的出气端连通,所述过滤干燥单元233的出气端通过管道和所述气动执行机构234的输入端连接,所述传动组件240和所述气动执行机构234的输出端连接。

[0051] 具体的,本实施例中将空压机231作为动力源,通过机械方式将大气中的空气压缩成高压气体,压缩后的空气通过管道输送到空气储罐232中,进行储存,空气储罐232用于储存空压机231产生的高压空气,确保在需要时能够稳定、连续地提供气源动力。空气储罐232可以起到储存压缩空气、稳定系统压力、缓冲气流波动以及分离压缩空气中的水分和杂质等作用。过滤干燥单元233对从空气储罐232中输出的高压空气进行净化和干燥处理,过滤干燥单元233可以采用现有成熟设备,例如采用吸附式干燥机,确保进入气动执行机构234的气体清洁、干燥,在较佳示例中,过滤干燥单元233采用气动三联件,由过滤器、减压阀和油雾器组成,经过空气储罐处理后的压缩空气再经过气动三联件进一步过滤杂质、调节压力并添加润滑油雾,为气动设备提供清洁、稳定且润滑良好的压缩空气。气动执行机构234利用高压空气的压力能,通过内部机械结构将压力能转换为机械能,转换后的机械能通过传动组件240传递给压缩盖220,驱动其沿池体210的内壁运动。

[0052] 进一步地,所述池体210包括池本体211和安装在所述池本体211顶部的固定排架212,所述气动执行机构234安装在所述固定排架212上。具体的,池本体211是储存水体的主要部分,固定排架212起到支撑和固定其他设备的作用,气动执行机构234安装在固定排架

212上,保证了气动执行机构234的稳定性。

[0053] 作为一较佳实施方式,所述气动执行机构234为气动马达,所述传动组件240包括竖向齿条241和连接在所述气动马达的输出端的齿轮242,所述竖向齿条241和所述齿轮242啮合,所述齿条的底端和所述压缩盖220连接。

[0054] 具体的,本实施例气动执行机构234为气动马达,气动马达具有响应快、扭矩大、运行平稳等特点,通过接收来自空气供能组件的高压空气,将空气的压力能转换为机械能,气动马达的输出端与齿轮242连接(例如可以通过键连接),当马达工作时,带动齿轮242旋转,齿轮242与竖向齿条241啮合,将齿轮242的旋转运动转化为竖向齿条241的直线运动。在较佳实施方式中,气动马达可以正反转,可以带动压缩盖220上升或下降,从而实现对池体210内水位的调节,例如,气动马达反转时,池体210和压缩盖220如同注射器活塞形式,可以将闸室110内的水抽到池体210内来,只要保证省水池内的水能够满足闸室110内水位变化的需求,即可实现省水目的,解决了现有省水船闸省水有限的问题。

[0055] 作为另一较佳实施方式,还包括两个分别设于所述池本体211两侧的平衡配重组件260,每个所述平衡配重组件260包括第一定滑轮组件261、第二定滑轮组件262、第三定滑轮组件263、钢丝绳264以及多个沿竖向依次堆叠的重块265,所述第一定滑轮组件261安装在所述池本体211的顶面,所述第二定滑轮组件262安装在所述池本体211的内壁,所述第三定滑轮组件263安装在所述池本体211的外壁,所述钢丝绳264的一端与所述压缩盖220的顶部连接,另一端依次缠绕所述第二定滑轮组件262、所述第一定滑轮组件以及第三定滑轮组件后与最顶部的重块265连接。

[0056] 具体的,本实施例中平衡配重组件260位于池本体211的两侧,每侧各设有一套,每套平衡配重组件260包括第一定滑轮组件261、第二定滑轮组件262、第三定滑轮组件263、钢丝绳264以及多个沿竖向依次堆叠的重块265。钢丝绳264的一端与压缩盖220的顶部连接,另一端依次通过第二定滑轮组件262、第一定滑轮组件261和第三定滑轮组件263进行导向,并最终与最顶部的重块265连接。当气动执行机构234(如气动马达)驱动压缩盖220上下移动时,钢丝绳264会随之收放,带动重块265沿竖向堆叠的方向上升或下降。重块265的重量可以预先设计或者预先试验进行确定。

[0057] 需要注意的是,平衡配重组件260不仅能够在压缩盖220移动过程中提供必要的平衡力,确保压缩盖220平稳地沿池体210内壁移动,还可以提供压缩盖220上升过程中的动力,以将闸室110内的水反向抽取至池体210内。

[0058] 可以理解的是,在其他实施例中还可以是对称布置的多个(偶数)平衡配重组件260,具体本领域技术人员可以根据需要设定。

[0059] 作为一优选实施方式,还包括位于所述竖向齿条241侧边的锁定机构270,所述锁定机构270包括安装基座271、横向驱动气缸272以及锁定头273,所述安装基座271与所述固定排架212连接,所述横向驱动气缸272安装在所述安装基座271上,所述锁定头273设有和所述竖向齿条241相匹配的卡齿274;其中,所述横向驱动气缸272驱动所述锁定头273朝向所述竖向齿条241运动并与所述竖向齿条241啮合,以锁定所述竖向齿条241,所述横向驱动气缸272驱动所述锁定头273远离所述竖向齿条241并与所述竖向齿条241脱开,以松开所述竖向齿条241。

[0060] 具体的,本实施例中锁定机构270由安装基座271、横向驱动气缸272和锁定头273

三部分组成。安装基座271作为整个锁定机构270的支撑结构,与固定排架212相连接,确保锁定机构270的稳定性。横向驱动气缸272安装在安装基座271上,驱动锁定头273进行横向运动。锁定头273上设有与竖向齿条241相匹配的卡齿274,这些卡齿274能够与竖向齿条241的齿槽相啮合,从而锁定或松开竖向齿条241。当需要锁定竖向齿条241时,横向驱动气缸272启动,驱动锁定头273朝向竖向齿条241运动。随着锁定头273的接近,其上的卡齿274逐渐与竖向齿条241的齿槽对齐并啮合,最终将竖向齿条241牢固地锁定在当前位置,不会因外力作用而移动,进而保证当前的水位处于稳定状态,当需要松开竖向齿条241时,横向驱动气缸272反向运动,驱动锁定头273远离竖向齿条241。随着锁定头273的移动,其上的卡齿274与竖向齿条241的齿槽逐渐脱开,从而释放竖向齿条241,允许其自由移动。

[0061] 作为较佳示例,如图2所示,每个省水池结构20对应设置两个气动马达,竖向齿条设置为两侧有齿的形式,如此在传动过程中可以提高传动的平稳性。

[0062] 进一步地,所述输水组件包括输水阀门启闭机251、连接在所述输水阀门启闭机底部的输水闸门253、以及与所述第一横向输水廊道121一一对应布设的第二横向输水廊道252,所述第二横向输水廊道252,和所述第一横向输水廊道121连通,所述输水阀门启闭机251带动所述输水闸门253沿竖向运动至下极限位置时,所述第一横向输水廊道121处于阻断状态,以阻止水在池体210内和闸室110之间流动,所述输水阀门启闭机251带动所述输水闸门253沿竖向从下极限位置向上运动时,所述第一横向输水廊道121处于畅通状态,以使水在池体210内和闸室110之间可流动。

[0063] 具体的,如图1所示,通过输水阀门启闭机251的控制,输水阀门启闭机251可以采用船闸中常用的启闭机,带动输水闸门253可以灵活地调节不同第一横向输水廊道121的通断状态,从而实现对供水流向和供水量的控制。

[0064] 请参阅附图6,本发明还提供一种空气储能式省水船闸的供水控制方法,包括步骤:

[0065] S1,响应闸室110供水请求,启动空压机231、空气储罐232、过滤干燥单元233以及气动马达,通过所述气动马达依次带动齿轮242、竖向齿条241,进而带动齿轮242进行下行状态,以驱动所述池体210内的水通过所述输水组件和所述第一横向输水廊道121进入闸室110内补水;

[0066] S2,获取闸室110内的实时水位,并判断所述实时水位是否到达预设水位;水位的获取可以采用现有手段,例如观测闸室内壁的水位高度线,或者通过水位传感器进行实时检测获取。

[0067] S3,在所述实时水位到达预设水位时,启动所述横向驱动气缸272驱动所述锁定头273朝向所述竖向齿条241运动并与所述竖向齿条241啮合,以锁定所述竖向齿条241。

[0068] 具体的,当闸室110需要供水时,启动空压机231、空气储罐232、过滤干燥单元233以及气动马达,气动马达接收到动力后,会依次带动齿轮242和竖向齿条241进行运动,在供水过程中,通过实时获取闸室110内的实时水位信息,并与预设水位进行比较,预设水位可以根据上游水位确定,例如将预设水位设为和上游水位一致。当实时水位到达预设水位时,说明闸室110已经补足了所需的水量,可以供船闸上行。此时,启动横向驱动气缸272,驱动锁定头273朝向竖向齿条241运动并与之啮合,锁定竖向齿条241的位置,以保证闸室110内水位的稳定。

[0069] 优选地,所述步骤S1中气动马达的型号通过如下步骤得到:

[0070] 根据公式$Q_l=\frac{(2\rho g\Delta V_1 S_1 t^2+2P_1S_1^2t^2-\rho\Delta V_1^{\ 2})\eta\Delta V_2}{2P_TS_1^2S_2^2t^3}$确定气动马达在供水过程中的理想耗气总量$Q_1$;其中,ρ为水的密度,单位$g/cm^3$,g为重力加速度,单位$m/s^2$,$\Delta V_1$为供水过程闸室内水位体积变化量,单位$m^3$,$S_1$为闸室的底面积,单位$m^2$,$S_2$为池本体的底面积,单位$m^2$,t为供水过程的总供水时间,单位s,$P_1$为大气压强,单位MPa,η为气动马达效率,无量纲,ΔV_2为供水过程池本体内水位体积变化量,单位m^3,P_T为空压机的额定泵压力,单位MPa;

[0071] 具体的,上述的理想耗气总量Q_1得到的过程具体如下:

[0072] (1)根据空压机到气动马达的能量平衡:

[0073] $$\frac{P_T*Q_l}{\eta}=T*n$$

[0074] (2)根据气动马达与传动组件的能量平衡:

[0075] $$T*n=\frac{P_2}{S_2}*\mu_2$$

[0076] (3)根据平衡配重组件的能量平衡:

[0077] $$mg\Delta h_2=\frac{1}{2}m\mu_2^2$$

[0078] (4)根据闸室和池体之间的能量平衡:

[0079] $$\rho g\Delta h_1+P_1+\frac{1}{2}\rho\mu_1^2=\rho g\Delta h_2+P_2+\frac{1}{2}\rho\mu_2^2$$

[0080] 将公式(3)代入(4)得到(5):

[0081] $$P_2=\rho g(\Delta h_1-\Delta h_2)+P_1-\frac{1}{2}\rho(\mu_1^2-2g\Delta h_2)$$

[0082] 将(5)代入(2)得到(6):

[0083] $$T*n=\frac{\rho g(\Delta h_1-\Delta h_2)+P_1-\frac{1}{2}\rho(\mu_1^2-2g\Delta h_2)*\mu_2}{S_2}$$

[0084] 将(6)代入(1)得到(7):

[0085] $$Q=\frac{\eta\mu_2(\rho g\Delta h_1+P_1-\frac{1}{2}\rho\mu_1^2)}{P_TS_2}$$

[0086] (8) $\Delta V_1=\Delta h_1*S_1$

[0087] (9) $\mu_1=\frac{\Delta h_1}{t}$

[0088] 将(8)代入(9)得到(10):$\mu_1=\frac{\Delta V_1}{S_1t}$

[0089] (11) $\Delta V_2=\Delta h_2*S_2$

[0090] (12) $\mu_2 = \frac{\Delta h_2}{t}$

[0091] 将(11)代入(12)得到(13)：$\mu_2 = \frac{\Delta V_2}{S_2 t}$

[0092] 将(10)、(13)代入(7)得到：

[0093] $$Q_l = \frac{(2\rho g \Delta V_1 S_1 t^2 + 2P_1 S_1^2 t^2 - \rho \Delta V_1^2)\eta \Delta V_2}{2P_T S_1^2 S_2^2 t^3}$$

[0094] 其中，Δh_1为供水过程闸室内水位变化高差，单位m，Δh_2为供水过程池体内水位变化高差，单位m，μ_2为供水过程平衡配重组件速度，单位m/s，μ_1为供水过程水位上升速度，单位m/s，n为气动马达稳定转速，单位rpm，T为气动马达在供水过程中转矩(在稳定供水过程视为固定值)，单位N*m，P_2为池体向闸室压缩水时，池体内的压力，在稳定供水过程中可以视为固定值。

[0095] 根据公式$Q_s = \frac{Q_l}{k_1 k_2 k_3 k_4}$确定气动马达在整体供水过程中的实际耗气总量$Q_s$；$k_1$为空压机至气动马达之间的有效能量传递系数，$k_2$为气动马达至传动组件之间的有效能量传递系数，$k_3$为压缩盖至平衡配重组件之间的有效能量传递系数，$k_4$为池本体至闸室之间的有效能量传递系数；

[0096] 根据所述Q_s和供水过程的总供水时间t确定气动马达的型号。

[0097] 实际耗气总量Q_s和总供水时间t这两个参数是选择气动马达型号的基础。可以将实际耗气总量除以总供水时间t，得到平均耗气量。这个参数可以了解气动马达在工作过程中的平均气体消耗情况，通过查找气动马达规格书，以找到一款合适的气动马达，以满足供水过程的需求。

[0098] 以上仅为本发明的优选实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

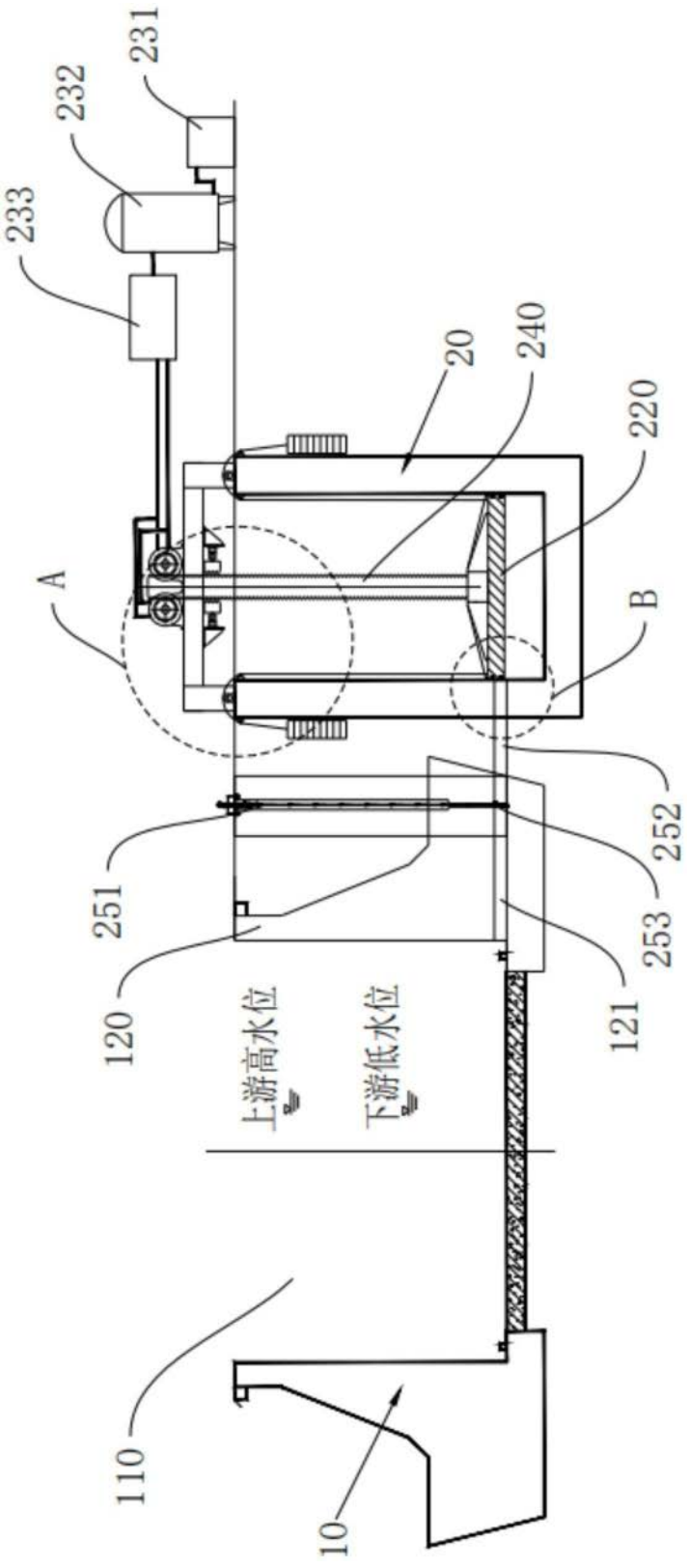


图1

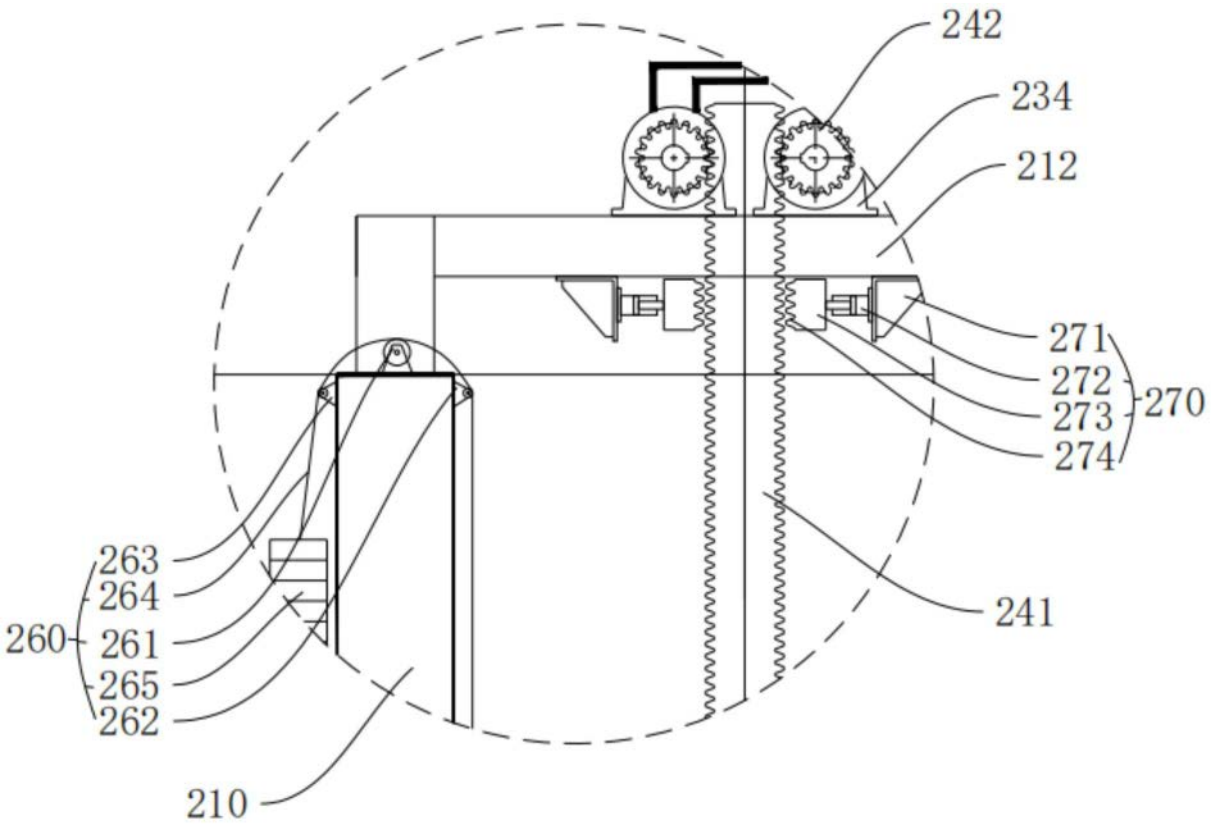


图2

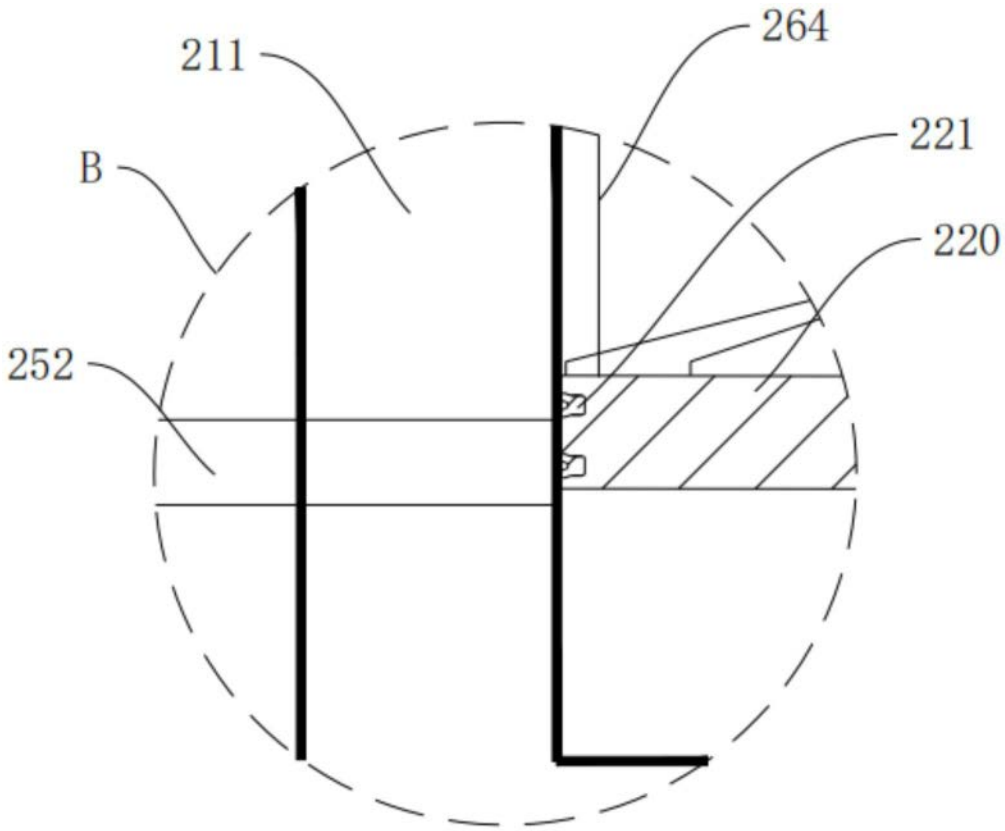


图3

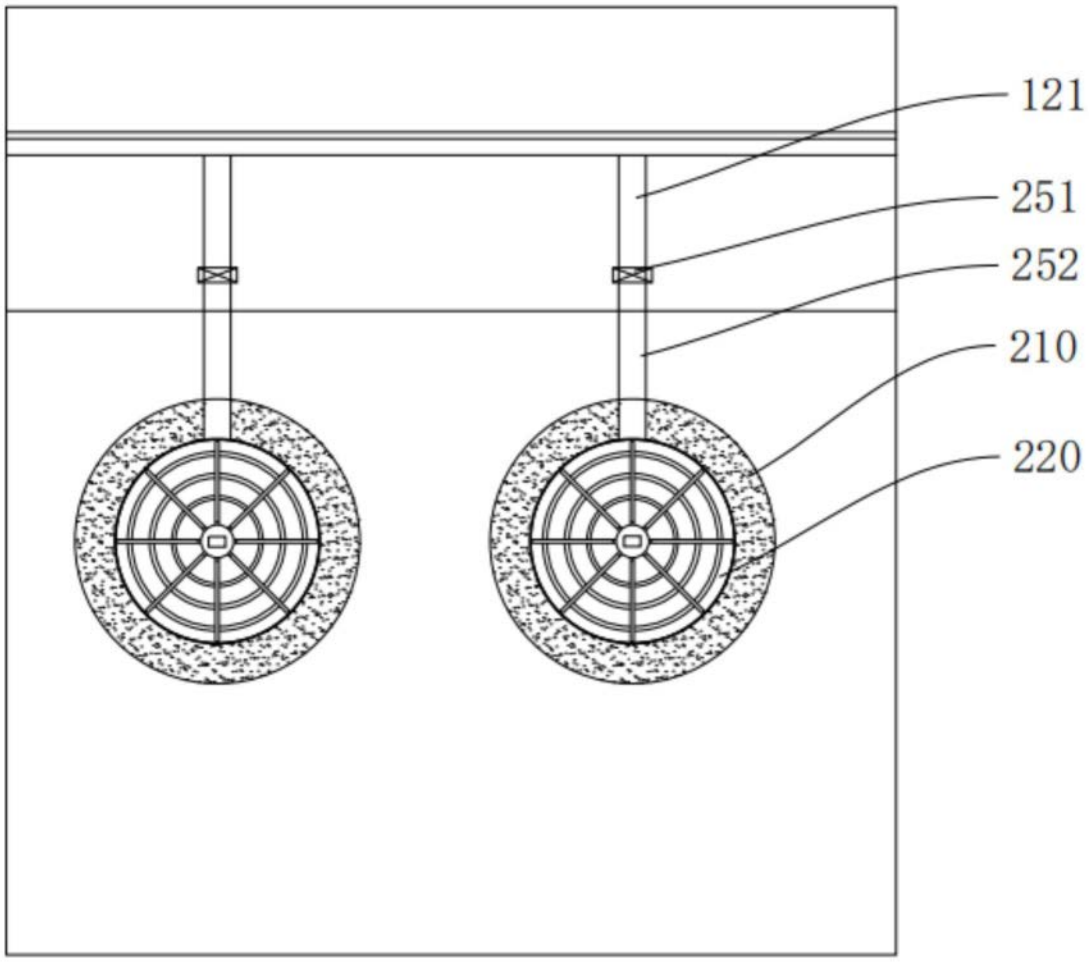


图4

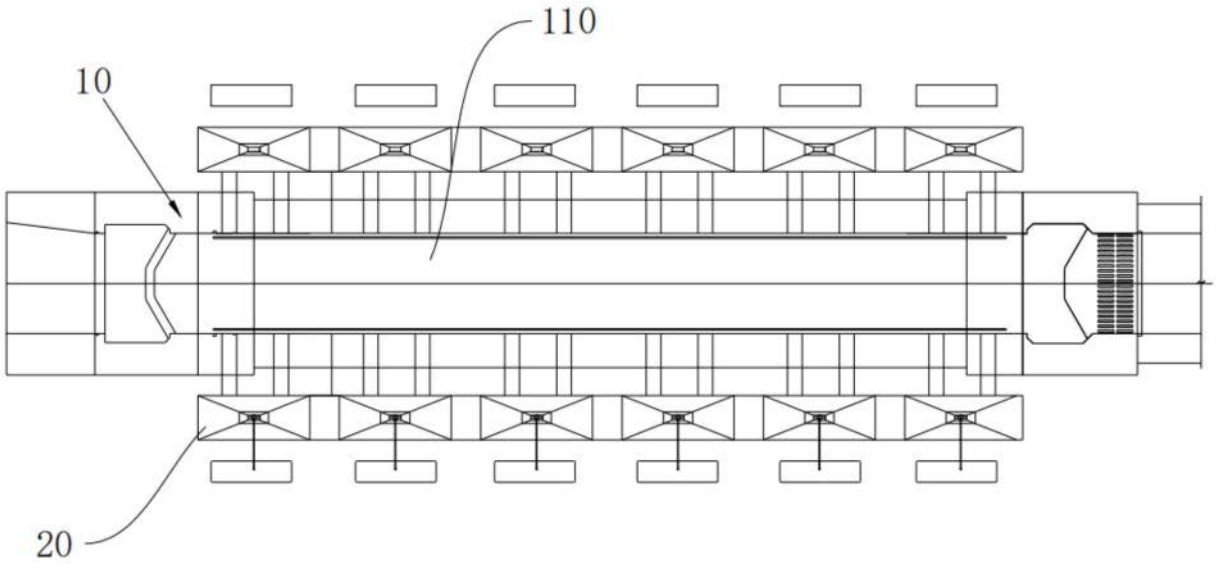


图5

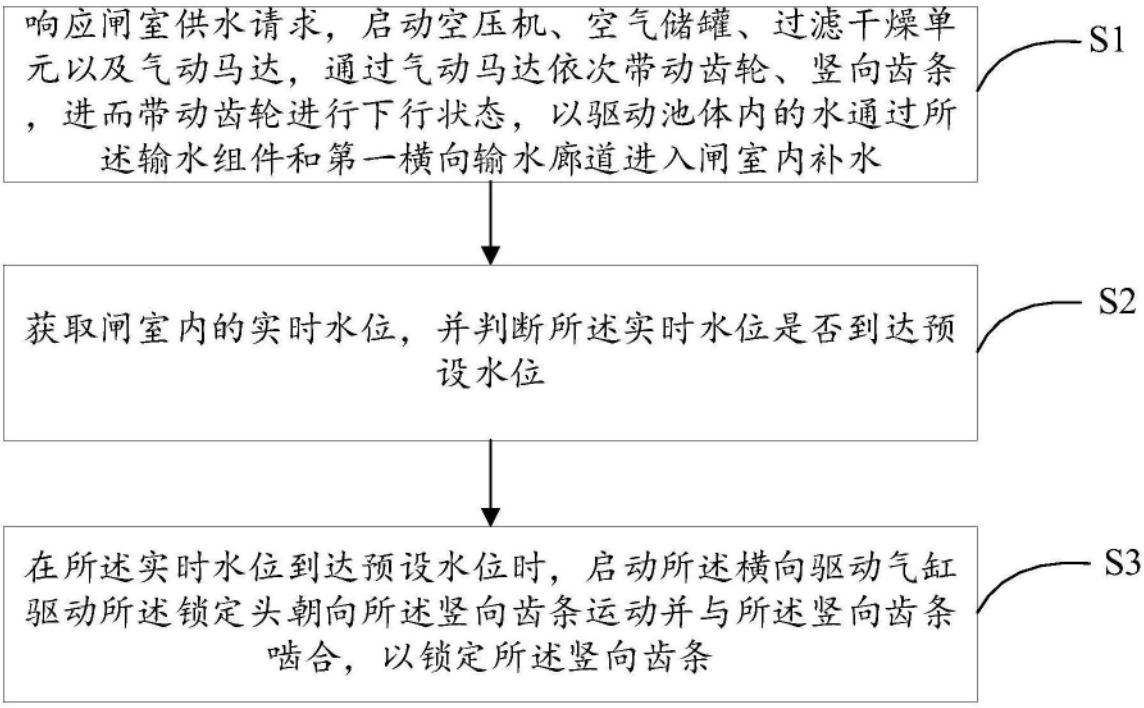

响应闸室供水请求，启动空压机、空气储罐、过滤干燥单元以及气动马达，通过气动马达依次带动齿轮、竖向齿条，进而带动齿轮进行下行状态，以驱动池体内的水通过所述输水组件和第一横向输水廊道进入闸室内补水
S1
获取闸室内的实时水位，并判断所述实时水位是否到达预设水位
S2
在所述实时水位到达预设水位时，启动所述横向驱动气缸驱动所述锁定头朝向所述竖向齿条运动并与所述竖向齿条啮合，以锁定所述竖向齿条
S3

图6