



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108371133 A

(43)申请公布日 2018.08.07

(21)申请号 201810383793.8

(22)申请日 2018.04.26

(71)申请人 水利部交通运输部国家能源局南京
水利科学研究院

地址 210000 江苏省南京市广州路233号

(72)发明人 吴时强 高昂 吴修锋 王芳芳
戴江玉 薛万云 贾本有 朱森林
杨倩倩

(74)专利代理机构 江苏斐多律师事务所 32332
代理人 袁敏

(51)Int.Cl.

A01K 63/00(2017.01)

A01K 63/04(2006.01)

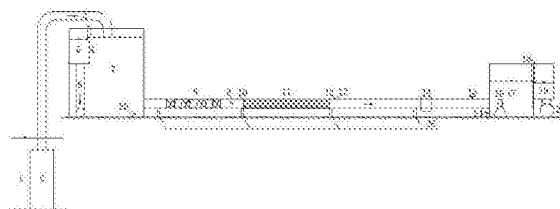
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

一种现场模拟及防控水生生物在管路内壁
吸附的实验装置及方法

(57)摘要

本发明公开一种现场模拟及防控水生生物在管路内壁吸附的实验装置及方法,属于生态水力学领域。通过在实验场地安装本实验装置,可模拟该水域水生生物在实验管路内壁的生长、吸附特性,并检验测试药剂对水生生物管路内壁生长、吸附作用的抑制效果。本装置主要包括提供实验用水的供水系统、稳定水流的前池、进行实验的实验管路、稳定管路出口水流的尾水池、测量实验管路流速及实验管路前后压差的测控仪器、添加测试药剂的加药系统、排泄实验用水的泄水管路等。本发明中,特别地,2根实验管路设置静态混合器,并由加药系统向实验管路水流输送测试药剂。本发明的使用方法简便、实用、可靠,可以推广至水生生物生长习性及其抑制措施的模拟实验。



1. 一种现场模拟及防控水生生物在管路内壁吸附的实验装置,其特征在于:包括供水系统、前池、实验管路、尾水池、加药系统、测控系统;

所述的供水系统包括水泵(2)和将水源地水流(1)输送至前池(7)的供水管路(3);

所述的前池(7)包括前池升降闸门(4)、前池溢流槽(5)、前池泄水管(6)、前池放空阀(23);所述的前池升降闸门(4)位于前池溢流槽(5)的前端,通过闸门滑动槽连接;所述的前池溢流槽(5)对称布置于前池靠近进水管(3)一侧侧壁,与前池泄水管(6)通过法兰连接;所述放空阀(23)位于前池侧壁靠近前池底板处,与前池侧壁通过法兰连接;

所述的实验管路设置实验组管路及对照组管路,位于前池(7)与尾水池(17)之间,包括进流过渡段、实验观察段(11)、流速测量段;所述的进流过渡段位于实验管路的前端,与前池通过法兰连接;所述的实验观察段(11)位于实验管路的中部;所述的流速测量段,位于实验管路的后端,并与尾水池法兰连接;所述的进流过渡段后端设置采样阀(9);所述的实验组管路的进流过渡段中部还设置有静态混合器(8);所述的流速测量段前端设置观察孔(12);

所述的尾水池包括水生物采集台(16)、尾水池升降闸门(18)、尾水池溢流槽(19)、尾水池泄水管(20)、尾水池放空阀(24);所述的溢流槽(19)与尾池泄水管(20)通过法兰连接,正对于实验管路出口;所述溢流槽(19)底板位与实验管路弧顶高程相同;所述的升降闸门(18)位于溢流槽(19)的前端,通过闸门滑动槽与溢流槽(19)连接;所述放空阀(24)位于侧壁靠近底板处;

所述的加药系统包括储药箱(22)、计量泵(21)、加药管路(26)组成;所述的加药系统通过加药管路(26)与静态混合器(8)连接;

所述的测控系统包括的流量计(14)、上压力传感器(10),下压力传感器(13),流量阀(15);所述的上压力传感器(10)设置于进流过渡段,并位于实验观察段(11)的前端;所述下压力传感器(13)设置于流速测量段,并位于实验观察段(11)的后端;所述的流量计(14)设置于流速测量段的中部;所述的流量计及压力传感器与计算机连接;所述的流量阀(15)设置于流速测量段的后端。

2. 如权利要求1所述的模拟及防控水生物管路内壁吸附的实验装置,其特征在于,所述前池溢流槽(5)底部位于前池侧壁的1/2-3/5高度处,所述的溢流槽(5)顶部低于前池顶高0.2-0.3m。

3. 如权利要求1所述的模拟及防控水生物管路内壁吸附的实验装置,其特征在于,所述的实验管路进水口中心高度距前池(7)底板为1.5倍实验管路直径;所述的实验管路水平放置,管路间距为3-4倍实验管路直径,位于外侧的2条管路距离侧壁为2-3倍管路直径。

4. 如权利要求1所述的模拟及防控水生物管路内壁吸附的实验装置,其特征在于,所述的进流过渡段长为10-15倍实验管路直径;所述的实验观察段长为10倍实验管路直径;所述的流速测量段为15-20倍实验管路直径;所述的流量计(14)距离流速测量段进口大于10倍实验管路直径,距离流量阀(15)大于5倍实验管路直径;所述的上压力传感器(10)、下压力传感器(13)距离实验观察段(11)不大于1倍实验管路直径。

5. 如权利要求1所述的模拟及防控水生物管路内壁吸附的实验装置,其特征在于,所述的实验组管路为2条、对照组管路为2条。

6. 如权利要求1所述的模拟及防控水生物管路内壁吸附的实验装置,其特征在于,所述

的实验管路由管路支座(25)支撑。

7.如权利要求1所述的模拟及防控水生物管路内壁吸附的实验装置,其特征在于,所述的实验观察段管路(11)材质与实际工程过流管路材质一致。

8.如权利要求1所述的模拟及防控水生物管路内壁吸附的实验装置,其特征在于,所述的水生物采集台(16)位于实验管路水流出出口处,包括载玻片、载玻片框架、载玻片支座。

9.如权利要求1所述的模拟及防控水生物管路内壁吸附的实验装置,其特征在于,管路内水流流速与流量关系换算采用式1-1,

$$v=Q/S \quad 1-1$$

式中,Q为实验管路流量,v为实验管道平均流速,S为实验管路过流面积。

10.一种应用权利要求1-9任一权利要求所述的模拟及防控水生物管路内壁吸附的实验装置的方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1)正常过水实验步骤:

1)选定所要模拟研究管路的实验管路;

2)根据研究内容,确定实验工况,包括:各管路流量大小,实验管路前后水位差,加药系统的加药量、加药时间等;

3)开泵供水前,对实验装置各部位进行全面检查,确保各测量仪器能正常使用,关闭管路放空阀、取样阀、观察孔,确保各管路流量阀处于完全开启状态,将前池及尾水池闸门降至最低;

4)开泵供水,手动调节每条管路流量阀,使得管道流量达到试实验条件,流量由流量计自动显示;如该情况下,流量暂达不到实验条件,则需通过抬升前池闸门,增大前后池水位差,再调节流量阀使各管路流量至实验流量;

5)待各实验管路水流条件稳定后(前池、尾水池水位基本稳定,流量计读数基本稳定),系统进入正常运行状态;

6)当需对设置静态混合器管路进行加药时,开启并调节计量泵流量,按规定时间加药;待加药结束后,关闭计量泵;

7)各管路流量值及实验观察段前后压力值由计算机自动读取与存储;

(2)停水观察实验步骤:

1)关闭水泵;

2)将前池及尾水池闸门降至最低,打开前池及尾水池放空阀进行辅助排水;

3)待前池及尾水池水位低于管路进口时,打开观察孔,采用管道镜观察并记录水生物在实验观察段内壁的附着生长情况;

4)取出尾水池生物采集台内载玻片,进行分析;

5)观察完毕后,关闭观察孔;

6)向尾水池采集台内放置新一批载玻片;

7)打开水泵供水,待水流条件稳定后(前池、尾水池水位基本稳定,流量计读数基本稳定)装置进入正常运行状态。

一种现场模拟及防控水生生物在管路内壁吸附的实验装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于生态水力学领域,涉及一种现场模拟及防控水生生物在管路内壁吸附的实验装置及方法。

背景技术

[0002] 在过水管路系统中,水流中的水生物及其幼卵会在过流管路内壁滞留、生长与繁殖,造成过流管路的生物污损现象,这种现象会带来以下几个方面的危害:(1)减小过流管路过水断面面积,增加管路壁面糙率,降低其过流能力;(2)引起管路壁面腐蚀,影响管路结构强度及耐久性;(3)聚集生物排泄物及尸体腐烂变质产生的污染物会恶化过水水质。上述几方面的问题会降低水系统的运行效率,污染水体,甚至会危及建筑物的安全,在设计及运行阶段应予以重视,采取有效措施减轻或消除生物污损的危害,保证过流管路的运行效率与安全。

[0003] 目前,为了减缓水生物生物污损现象,通常向过流管路添加某种药剂,抑制水生物在其内壁聚集,然而,由于不同水源地水生生物的种类及吸附特性的差异,测试药剂对该水源地水生生物的抑制效果有待检验。因此,在药剂正式投入工程应用前,需对水源地水生生物的种类及吸附特性进行实验研究,在此基础上,对比检验测试药剂在该环境下抑制或影响水生生物生长的可行性及适用性。为了更加真实的模拟实际管路条件、水生物生境以及投放药剂的效果,这类实验装置和运行条件完全不同于一般的室内实验,主要体现在:(1)流经实验段管路的水体需保持原位水体,不能受到二次污染,即加药水体不能循环使用;(2)需模拟实际水流的水动力条件和原位水生物体;(3)需设置同步对比实验;(4)试验周期与水生物生长周期一个量级,一般几个月到一年。一般的实验室水流试验装置和生态系统培养装置均不易同时满足这些要求,这也对现场水生物生态特性研究的实验装置设计提出了更高的要求。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种现场模拟及防控水生物管路内壁吸附的实验装置及方法。

[0005] 具体技术方案:

[0006] 一种现场模拟及防控水生生物在管路内壁吸附的实验装置,包括供水系统、前池、实验管路、尾水池、加药系统、测控系统;

[0007] 所述的供水系统包括水泵和将水源地水流输送至前池的供水管路;水泵与供水管路通过法兰连接;供水系统作用是通过水泵将实验用水从水源地提取,经由供水管路将其输送至前池,为装置提供实验用水,根据水泵出水口尺寸及供水管路内水流压力对供水管路选型;

[0008] 所述的前池包括前池升降闸门、前池溢流槽、前池泄水管、前池放空阀;所述的前

池升降闸门位于前池溢流槽的前端,通过闸门滑动槽连接;所述的前池溢流槽对称布置于前池靠近进水管一侧侧壁,与前池泄水管通过法兰连接;所述放空阀位于前池侧壁靠近前池底板处,与前池侧壁通过法兰连接,用于排净前池水体;前池能有效保证各实验管路过流的稳定,为实验研究提供科学、合理的进流条件。其大小应根据实验用水量确定,根据水流性质及前池大小进行前池材质的选择,并采用合理方法加工制作,升降闸门具有对前池水位连续调节的功能;溢流槽能排泄多余水体,保证前池水位的恒定;

[0009] 所述的实验管路设置实验组管路、对照组管路,位于前池与尾水池之间,包括进流过渡段、实验观察段、流速测量段;所述的进流过渡段位于实验管路的前端,与前池通过法兰连接;所述的实验观察段位于实验管路的中部,所述的流速测量段,位于实验管路的后端,并与尾水池法兰连接;所述的进流过渡段后端设置采样阀;所述的实验组实验管路的进流过渡段中部还设置有静态混合器;所述的流速测量段前端设置观察孔。为保证各管路进流条件一致,4条管路布置在同一高程,实验管路及静态混合器根据实验需要选型,进流过渡段可调整前池来流结构,使其达到均匀稳定的条件;实验观察段为实验重点研究部位,即研究水生物在该段内壁的吸附特性,根据实际工程过流管路材质,进行实验观察段管路材质的选择;

[0010] 所述的尾水池包括水生物采集台、尾水池升降闸门、尾水池溢流槽、尾水池泄水管、尾水池放空阀;所述的溢流槽与尾池泄水管通过法兰连接,正对于实验管路出口,所述溢流槽底板位与实验管路弧顶高程相同;所述的升降闸门位于溢流槽的前端,通过闸门滑动槽与溢流槽连接;所述放空阀位于侧壁靠近底板处,通过法兰与侧壁连接;每根实验管路尾部接一个尾水池,尾水池能保证实验管路出口水流稳定,其大小应根据实验用水量确定,根据水流性质及前池大小进行材质的选择,并采用合理方法加工制作;升降闸门具有对尾水池水位连续调节的功能;溢流槽能排泄多余水体,保证尾水池水位的恒定,溢流槽与泄水管连接;放空阀用于排净尾水池水体;

[0011] 所述的加药系统包括储药箱、计量泵、加药管路组成;所述的加药系统通过加药管路与静态混合器连接,并将药物配送至静态混合;药剂由计量泵从储药箱提取药液,通过加药管路配送至静态混合器,在静态混合器内与水流充分混掺,根据实验设计的管路内药剂浓度确定加药量,加药量由计量泵控制,根据实验设计确定加药时长。

[0012] 所述的测控系统包括的流量计、上压力传感器,下压力传感器、流量阀;所述的上压力传感器设置于进流过渡段,并位于实验观察段的前端;所述下压力传感器设置于流速测量段,并位于实验观察段的后端;所述的流量计设置于流速测量段;所述的流量计及压力传感器与计算机连接,可实现流量及压力的实时自动记录;所述的流量阀15设置于流速测量段的后端。

[0013] 进一步的,所述前池溢流槽底部位于前池侧壁的 $1/2-3/5$ 高度处,所述的溢流槽顶部低于前池顶高 $0.2-0.3\text{m}$ 。

[0014] 进一步的,所述的实验管路进水口中心高度距前池底板为 1.5 倍实验管路直径,所述的实验管路水平间距为 $3-4$ 倍实验管路直径,位于外侧的 2 条管路距离侧壁为 $2-3$ 倍管路直径;

[0015] 进一步的,所述的进流过渡段长为 $10-15$ 倍实验管路直径;所述的实验观察段长为 10 倍实验管路直径;所述的流速测量段为 $15-20$ 倍实验管路直径;所述的流量计距离流速测

量段进口大于10倍实验管路直径,距离流量阀大于5倍实验管路直径;所述的上压力传感器、下压力传感器距离实验观察段不大于1倍实验管路直径。其余部件位置可根据需要设置。

[0016] 进一步的,所述的实验管路设置为2条实验组管路、2条对照组管路。

[0017] 进一步的,所述的实验管路由管路支座根据实际布置支撑。

[0018] 进一步的,所述的实验观察段管路材质与实际工程过流管路材质来一致。

[0019] 进一步的,所述的水生物采集台位于实验管路水流出口处,包括载玻片、载玻片框架、载玻片支座,以备分析生物成分。

[0020] 进一步的,实验管路内水流流速与流量关系换算采用式1-1,

[0021] $v=Q/S$ 1-1

[0022] 式中,Q为实验管路流量,v为实验管道平均流速,S为实验管路过流面积。

[0023] 一种应用所述的模拟及防控水生物管路内壁吸附的实验装置的方法,包括如下步骤:

[0024] (1) 正常过水实验步骤:

[0025] 1) 选定所要模拟研究管路的实验管路;

[0026] 2) 根据研究内容,确定实验工况,包括:各管路流量大小,实验管路前后水位差,加药系统的加药量、加药时间等。

[0027] 3) 开泵供水前,对实验装置各部位进行全面检查,确保各测量仪器能正常使用,关闭管路放空阀、取样阀、观察孔,确保各管路流量阀处于完全开启状态,将前池及尾水池闸门降至最低。

[0028] 4) 开泵供水,手动调节每条管路流量阀,使得管道流量达到试实验条件,流量由流量计自动显示;如该情况下,流量暂达不到实验条件,则需通过抬升前池闸门,增大前后池水位差,再调节流量阀使各管路流量至实验流量。

[0029] 5) 待各实验管路水流条件稳定后(前池、尾水池水位基本稳定,流量计读数基本稳定),系统进入正常运行状态。

[0030] 6) 当需对设置静态混合器管路进行加药时,开启并调节计量泵流量,按规定时间加药;待加药结束后,关闭计量泵。

[0031] (7) 各管路流量值及实验观察段前后压力值由计算机自动读取与存储。

[0032] (2) 停水观察实验步骤:

[0033] 1) 关闭水泵;

[0034] 2) 将前池及尾水池闸门降至最低,打开前池及尾水池放空阀进行辅助排水;

[0035] 3) 待前池及尾水池水位低于管路进口时,打开观察孔,采用管道镜观察并记录水生物在实验观察段内壁的附着生长情况;

[0036] 4) 取出尾水池生物采集台内载玻片,进行分析;

[0037] 5) 观察完毕后,关闭观察孔;

[0038] 6) 向尾水池采集台内放置新一批载玻片;

[0039] 7) 打开水泵供水,待水流条件稳定后(前池、尾水池水位基本稳定,流量计读数基本稳定)装置进入正常运行状态。

[0040] 本发明的有益效果:

[0041] 1、本发明的实验装置及方法用于模拟研究水生生物在过流管路内壁的吸附特性，通过同步对比实验，研究添加药剂的实验管路（有静态混合器）及未添加药剂的实验管路（无静态混合器）内生物的吸附情况，及尾水池载玻片上生物生长情况，检验药剂对生物在实验管路内吸附的抑制效果。

[0042] 该实验装置以目标工程用水为实验用水，进行相关问题的研究，为工程过流管路系统的设计及运行提供参考，具有重要理论意义和实用价值。

[0043] 2、本发明实验装置用水为工程所在地原位水体，保证了实验装置的水质、水生物种类及生活习性与实际工程的一致性；本发明实验水体不循环使用，保证了实验水体不受到二次污染（加药等）；本发明可设置不同水动力条件，对比研究水动力条件对实验水体的水质、水生物生长情况的影响；本发明可不停息持续运作，保证实验周期与水生物生长周期一个量级（一般几个月到一年）；本发明可模拟水源地水生物在实验观察段管路内壁的吸附特性；本发明可检验测试药剂对水生物在实验观察段管路内壁吸附情况的抑制效果；本发明前池及尾水池设置溢流槽，可保证实验过程中，实验管路内水流维持恒定，实验结果代表性强；本发明计量泵加药量可实现多级可调，可控制实验管路内药剂浓度；本发明实验装置设置4条管路，2条设置静态混合器，因此可同步进行2组对比实验，缩短实验周期，且实验条件除管路是否加药外，其余均一致。实验结果可比性高；本发明可实现各管路流量及实验观察段前后压力自动读取与存储，数据采集自动化程度高；本发明实验观察段后设置观察孔（球阀），在不破除实验管路情况下，可定时打开观察孔，对实验观察段内壁生物附着情况进行观察与记录，方便易操作；本发明尾水池设置载玻片，可对水生物进行持续采样，便于进行生物的种类分析；本发明的使用方法简便、实用和可靠，且可以推广于水生物生长习性及其抑制措施的模拟实验。

附图说明

[0044] 图1为本发明的侧视图；

[0045] 图2为本发明的俯视图；

[0046] 图3为实施例的侧视图；

[0047] 图4为实施例的俯视图；

[0048] 其中，实验水源1、水泵2、供水管路3、前池升降闸门4、前池溢流槽5、前池泄流管6、前池7、静态混合器8、采样阀9、上压力传感器10、实验观察段11、观察孔12、下压力传感器13、流量计14、流量阀15、水生物采集台16、尾水池17、尾水池升降闸门18、尾水池溢流槽19、尾水池泄流管20、计量泵21、储药箱22、前池放空阀23、尾水池放空阀24、实验管路支座25，加药管路（26）

具体实施方式

[0049] 以下结合附图对本发明进一步阐述。本实施例仅用于说明本发明而不用于限制本发明的范围。下列实施例中未注明具体条件的实验方法，通常按照常规条件或按照制造厂商所建议的条件。除非另行定义，文中所使用的所有专业与科学用语与本领域熟练人员所熟悉的意义相同。此外，任何与所记载内容相似或均等的方法及材料皆可应用于本发明方法中。文中所述的较佳实施方法与材料仅作示范之用。

[0050] 图1和图2为本发明的结构图。如图1、图2所示,本发明的模拟及防控水生物管路内壁吸附的实验装置,包括供水系统、前池、实验管路、尾水池、加药系统、测控系统。

[0051] 其中,供水系统包括水泵2和将水源地水流1输送至前池7的供水管路3;水泵与供水管路通过法兰连接;供水系统作用是通过水泵将实验用水从水源地提升,经由供水管路将其输送至前池,为装置提供实验用水,根据水泵出水口尺寸及供水管路内水流压力对供水管路选型。

[0052] 其中,前池7包括前池升降闸门4、前池溢流槽5、前池泄水管6、前池放空阀23;前池升降闸门4位于前池溢流槽5的前端,通过闸门滑动槽连接;前池溢流槽5对称布置于前池靠近进水管3一侧侧壁,与前池泄水管6通过法兰连接;放空阀23位于前池侧壁靠近前池底板处,与前池侧壁通过法兰连接;前池溢流槽5底部位于前池侧壁的3/5高度处,溢流槽5顶部低于前池顶高0.2m;前池能有效保证各实验管路过流的稳定,为实验研究提供科学、合理的进流条件。其大小应根据实验用水量确定,根据水流性质及前池大小进行前池材质的选择,并采用合理方法加工制作,升降闸门具有对前池水位连续调节的功能;溢流槽能排泄多余水体,保证前池水位的恒定。

[0053] 其中,实验管路设置为2条实验组管路、2条对照组管路,位于前池7与尾水池17之间,包括进流过渡段、实验观察段11、流速测量段;进流过渡段位于实验管路的前端,与前池通过法兰连接;实验观察段11位于实验管路的中部;流速测量段位于实验管路的后端,并与尾水池法兰连接;静态混合器(8)设置于实验组实验管路的进流过渡段中部;采样阀(9)设置于进流过渡段后端;观察孔12设置于流速测量段前端。4条实验管路进水口中心高度距前池7底板为1.5倍实验管路直径,所述的实验管路水平间距为4倍实验管路直径,位于外侧的2条管路距离侧壁为2倍管路直径;进流过渡段长为11倍实验管路直径;所述的实验观察段长为10倍实验管路直径;所述的流速测量段为18倍实验管路直径;所述的流量计(14)距离流速测量段进口为10倍实验管路直径,距离流量阀15为5倍实验管路直径;所述的上压力传感器10、下压力传感器13距离实验观察段11为0.5倍实验管路直径,其余部件位置可根据需要设置;实验管路由管路支座25根据实际布置支撑,实验观察段管路11材质与实际工程过流管路材质一致。基于水流相似理论,对实验管路管径及水流流速进行换算,确定实验管路的流速大小,进而实现对实际管路水流流态的模拟,管路内水流流速与流量关系换算采用式1-1,

[0054] $v=Q/S$ 1-1

[0055] 式中, Q 为实验管路流量, v 为实验管道平均流速, S 为实验管路过流面积;为保证各管路进流条件一致,4条管路布置在同一高程,实验管路及静态混合器根据实验需要选型,进流过渡段可调整前池来流结构,使其达到均匀稳定的条件;实验观察段为实验重点研究部位,即研究水生物在该段内壁的吸附特性,根据实际工程过流管路材质,进行实验观察段管路材质的选择;

[0056] 其中,尾水池包括水生物采集台16、升降闸门18、溢流槽19、尾池泄水管20、放空阀24;溢流槽19与尾池泄水管20通过法兰连接,正对于实验管路出口,溢流槽19底板位与实验管路弧顶高程相同;升降闸门18位于溢流槽19的前端,通过闸门滑动槽与溢流槽19连接;放空阀24位于侧壁靠近底板处,通过法兰与侧壁连接;水生物采集台16位于实验管路水流出口处,包括载玻片、载玻片框架、载玻片支座;每根实验管路尾部接一个尾水池,尾水池能保

证实验管路出口水流稳定,其大小应根据实验用水量确定,根据水流性质及前池大小进行材质的选择,并采用合理方法加工制作;升降闸门具有对尾水池水位连续调节的功能;溢流槽能排泄多余水体,保证尾水池水位的恒定,溢流槽与泄水管连接;放空阀用于排净尾水池水体。

[0057] 其中,加药系统包括储药箱22、计量泵21、加药管路26组成;加药系统通过加药管路26与静态混合器8连接,并将药物配送至静态混合器8;药剂由计量泵从储药箱提取药液,通过加药管路配送至静态混合器,在静态混合器内与水流充分混掺,根据实验设计的管路内药剂浓度确定加药量,加药量由计量泵控制,根据实验设计确定加药时长。

[0058] 其中,测控系统包括流量计14、上压力传感器10,下压力传感器13,流量阀15;上压力传感器10设置于进流过渡段,并位于实验观察11的前端;下压力传感器13设置于流速测量段,并位于实验观察段11的后端;流量计14设置于流速测量段;流量计及压力传感器与计算机连接,可实现流量及压力的实时自动记录,

[0059] 下面结合某电站对本发明的实验装置和方法的应用,对本发明的实施方式作进一步说明:

[0060] 某电站冷却水取水隧洞为混凝土材质,在取水隧洞长期运行过程中,大量海生物随冷却水流进入取水隧洞,并在其内壁附着聚集,影响取水隧洞的正常运行,降低了电站的使用效率。针对这一问题,在其取水闸门井厂房内布置了本发明装置,并采用了本发明装置的实验方法,对海生物在混凝土管道内壁的吸附特性进行研究,并通过向冷却水中添加某种测试药剂,检验该药剂对海生物在混凝土管道内壁附着的抑制效果。

[0061] 如图3、图4所示,2台潜水泵2将水源地水流1通过供水管路3输送至前池7,前池水位由闸门4控制,水流经前池调控后水流流经4条实验管路,多余水体经由溢流槽5排入泄水管6,4条实验管路中2条设置静态混合器8、计量泵21及储药箱22,另外2条不设置。对于无静态混合器的实验管路,水流依次流经采样阀9、上压力传感器10后进入实验观察段(混凝土管道)11;对于设置静态混合器试实验管路,水流依次流经静态混合器8、采样阀9、上压力传感器10后进入实验观察段(混凝土管道)11。水流经过实验观察段后依次流经观察孔12、下压力传感器13、流量计14、流量阀15,而后流入尾水池17,生物采集台16内载玻片持续采集水生物样本,升降闸门18控制尾水池水位、高于闸门的水体经由溢流槽19流入泄流管20,实验管路由管路底座25支撑。当需对前池排水时,打开放空阀23,当需对尾水池泄水时,打开放空阀24。

[0062] (1) 流量确定

[0063] 本实施案例中,4条管路平均流速见图4,依次为0.4m/s,1.5m/s,0.4m/s,1.5m/s,换算为流量($Q=v\pi r^2$)依次为45m³/h,170m³/h,45m³/h,170m³/h,则4条实验管路总流量($Q_{总}$)为430m³/h。

[0064] (2) 供水系统设计

[0065] 本实施案例中,前池水位与水源地水位差为11m,考虑供水管路内能量损失,选定水泵扬程为13m,根据 $Q_{总}$ 值选择单台水泵额定功率为250m³/h。水泵还需具有耐海水腐蚀性。最终确定水泵参数为不锈钢材质,380V电压,额定流量250m³/h,额定扬程13m,额定功率18.5kw,出水口直径20cm。供水管路为直径20cm的塑料管。实验过程中同时开启2台水泵为前池供水,并有1台备用。

[0066] (3) 前池设计

[0067] 根据 $Q_{总}$ 值确定前池尺寸为 $170\text{cm} \times 400\text{cm} \times 200\text{cm}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高), 最大水深 1.8m , 最大容水量为 12.24m^3 ; 水池内壁采用 1cm 厚灰塑料板焊接, 具有耐海水腐蚀性质, 外侧采用U型钢框加固。溢流槽尺寸为 $45\text{cm} \times 30\text{cm} \times 80\text{cm}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高); 泄水管为直径 20cm 的塑料管。

[0068] (4) 尾水池设计

[0069] 每根实验管路尾部接一个尾水池, 尾水池能保证实验管路出口水流稳定, 尺寸为 $100\text{cm} \times 100\text{cm} \times 120\text{cm}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高)。水池内壁采用 1cm 厚灰塑料板焊接, 具有耐海水腐蚀性质, 外侧采用U型钢框加固。溢流槽尺寸为 $45\text{cm} \times 30\text{cm} \times 80\text{cm}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高); 泄水管为直径 20cm 转 30cm 的塑料管; 生物采集台尺寸为 $10\text{cm} \times 30\text{cm} \times 15\text{cm}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高), 内放2列载玻片, 每列10片, 共计20片。

[0070] (5) 实验管路设计

[0071] 4条实验管路长均为 780cm , 其中2条设置了SK-100/200型静态混合器, 长度 130cm , PVC材质。采样阀为DN20球阀; 观察孔为直径 6cm 球阀, 正常实验时, 保持关闭, 当需观察混凝土管内壁水生物附着情况时, 打开该球阀; 流量阀为塑料蝶阀。实验观察段为混凝土管, 直径 20cm 。如上所述, 4条管路中, 2条 0.4m/s 流速管路为一组对比实验, 对比研究是否向水流中添加测试药剂条件下, 混凝土管道内壁生物的附着情况; 同理, 2条 1.5m/s 流速管路为另一组对比实验, 对比研究在是否添加测试药剂条件下, 混凝土管道内壁生物的附着情况。

[0072] (6) 加药装置

[0073] 储药箱尺寸为 $50\text{cm} \times 50\text{cm} \times 50\text{cm}$, PE材质, 内部储存测试药剂。计量泵流量范围为 $0-3\text{L/h}$, 对应频率范围 $0-120\text{HZ}$, 吸程为 2m , 扬程 7m 。加药过程中通过调节频率, 实现加药量的控制。计量泵由储药箱顶部开口吸取药剂。

[0074] (7) 测控系统

[0075] 管路内水流流量采用外夹式超声波流量计测量, 与计算机连接, 实现流量实时自动读取与存储。流量计额定电压 $12-24\text{V}$, 功率 5W , 量程 $0-170\text{m}^3/\text{h}$, 精度 1% 。

[0076] 每根混凝土管前后设置一对压力传感器, 精度 1% , 与计算机连接, 实现压力实时自动读取与存储。

[0077] 正常通水时, 实验操作如下:

[0078] (1) 打开各管路流量阀至最大; 关闭采样阀、观察孔, 将前池及尾水池闸门放置最低。

[0079] (2) 开泵供水, 调节各管路流量阀, 使管路平均流速达到图4所示值。

[0080] (3) 待各实验管路水流条件稳定后 (前池、尾水池水位基本稳定, 流量计读数基本稳定), 系统进入正常运行状态。

[0081] (4) 开启计量泵对设置静态混合器管路加药, 保证加药管路内药剂浓度均为 10PPM 。调节 0.4m/s 流速管路计量泵频率为 18HZ , 对应加药量为 0.45L/h ; 调节 1.5m/s 流速管路计量泵频率为 68HZ , 对应加药量为 1.7L/h 。每天对两条管路同时加药1小时。加药结束后, 关闭2台计量泵。

[0082] (5) 每天读取4条管路流量值及混凝土管路前后压差值。为保证实验的各态历经性, 应对流量计读数及测压管压差进行多次采样, 求其平均值。流量数据读取后, 关闭流量计, 待下次读取时再次打开。

[0083] 每月观察混凝土管内海生物附着情况,实验操作如下:

[0084] (1) 关闭水泵;

[0085] (2) 将前池及尾水池闸门降至最低,打开前池及尾水池放空阀进行辅助排水;

[0086] (3) 待前池及尾水池水位低于管路进口时,打开观察孔,采用管道镜观察并记录海生物在混凝土管路内壁的附着生长情况;

[0087] (4) 取出尾水池采集台内载玻片,进行生物成分及生长状态分析;

[0088] (5) 观察完毕后,关闭观察孔;

[0089] (6) 将新一批载玻片放置尾水池生物采集台内;

[0090] (7) 打开水泵供水,待水流条件稳定后(前池、尾水池水位基本稳定,流量计读数基本稳定),此后装置进入正常运行状态。

[0091] 本发明装置按照实验要求运行一个月后,停水观察实验管路内生物附着情况。设置静态混合器的两条实验管路内壁均无海生物吸附;未设置静态混合器的两条实验管路内,能明显观察到有海生物吸附在实验管路内壁,且0.4m/s流速的实验管路内生物附着量少,1.5m/s流速的实验管路内生物附着量多。实验结果证明了该药剂对该海域海生物在混凝土管道内壁吸附具有很好的抑制效果,也证明了本发明装置的合理性及可行性。

[0092] 本发明的范围不受所述具体实施方案的限制,所述实施方案只作为阐明本发明各个方面的单个例子,本发明范围内还包括功能等同的方法和组分。实际上,除了本文所述的内容外,本领域技术人员参照上文的描述和附图可以容易地掌握对本发明的多种改进。所述改进也落入所附权利要求书的范围之内。

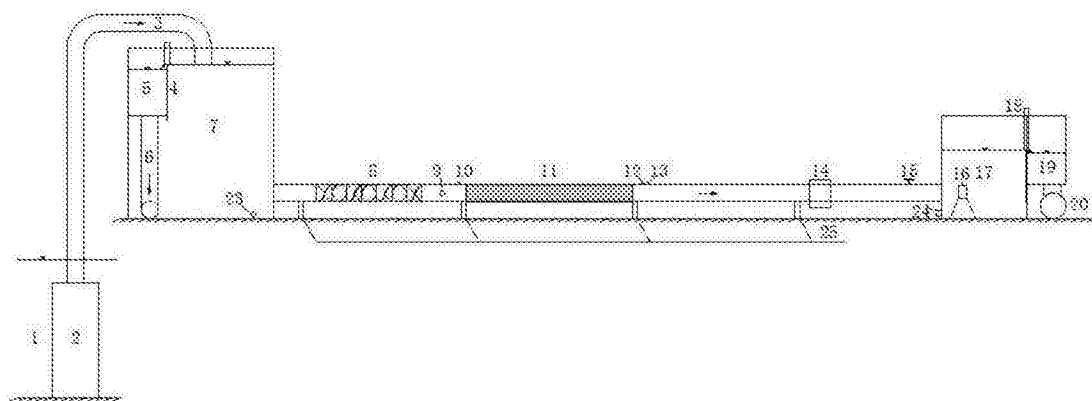


图1

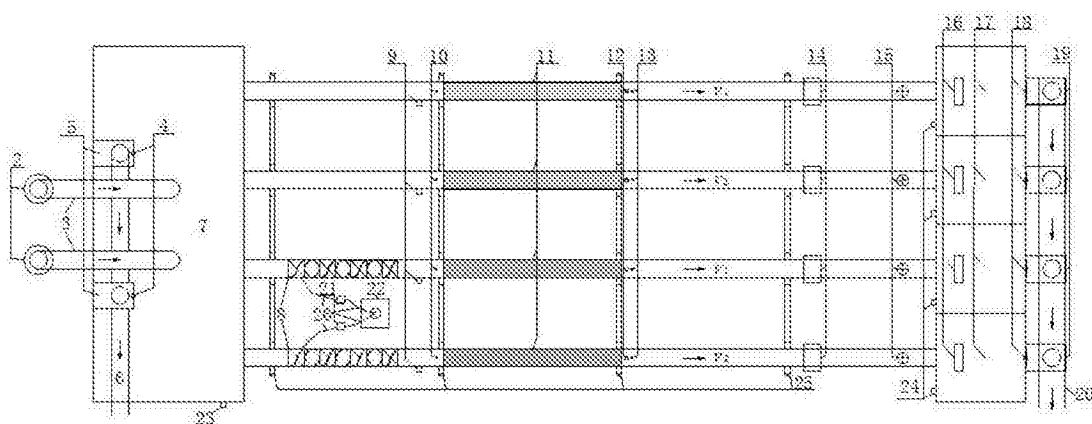


图2

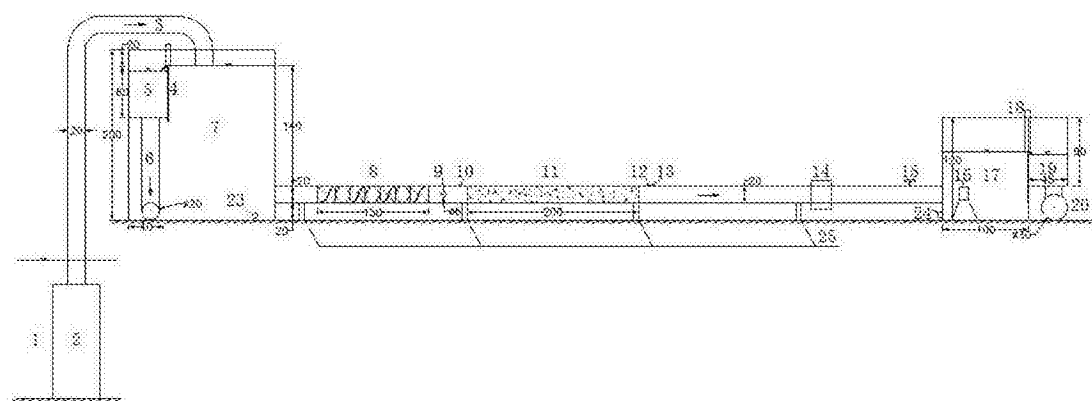


图3

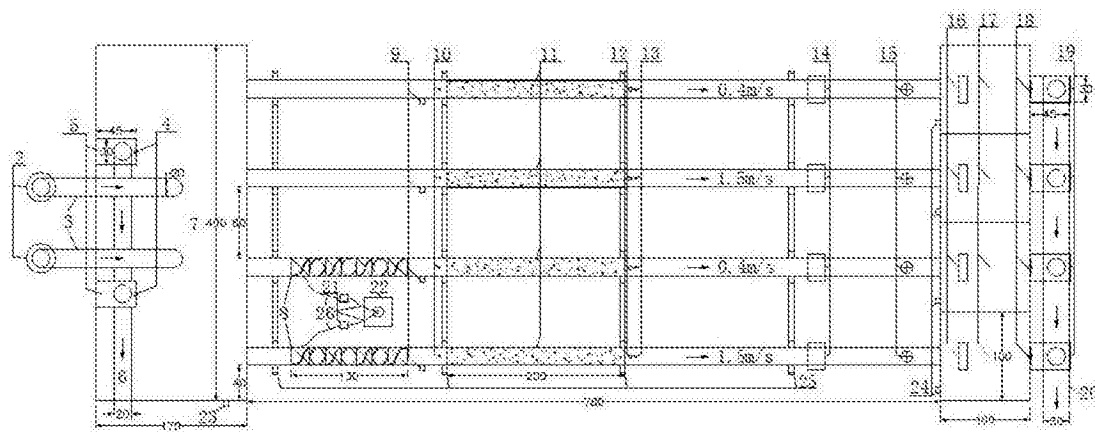


图4