(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 104230123 A
(43)申请公布日 2014.12.24

(21)申请号 201410519660.0

(22)申请日 2014.09.29

(71)申请人 重庆大学
地址 400030 重庆市沙坪坝区沙正街174号

(72)发明人 吉芳英 何强 王颖 颜达超
周峰 甘虎 许晓毅 徐璇

(74)专利代理机构 重庆华科专利事务所 50123
代理人 康海燕

(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)

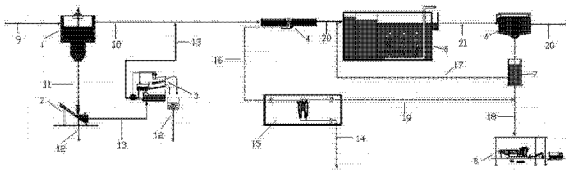
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

去除污水处理系统中无机颗粒的装置

(57)摘要

本发明属于污水处理技术领域，具体涉及去除污水处理系统中无机颗粒的装置。本发明要解决的技术问题是为去除污水处理系统的无机颗粒提供一种新选择。本发明提供了两种去除污水处理系统中无机颗粒的装置，均包括通过管道连接的沉砂池预处理系统和污泥无机颗粒分离系统。本发明还提供了采用该装置进行污水处理的方法。本发明装置能够高效去除污水处理系统中无机颗粒。



CN 104230123 A

1. 去除污水处理系统中无机颗粒的装置，其特征在于：包括通过管道连接的沉砂池预处理系统和污泥无机颗粒分离系统；

所述的沉砂池预处理系统包括高效沉砂池和强化细砂去除的砂水分离系统，砂水分离系统包括浓缩一体化砂水分离器和细砂筛分净化机；高效沉砂池和细砂筛分净化机均设置有出水管道连接至污水无机颗粒分离系统；高效沉砂池还设置有进水管道和砂水混合液管道，后者用于将砂水混合液导入浓缩一体化砂水分离器；

所述的污泥无机颗粒分离系统包括依次由管道连接的生化池、二沉池和集泥井，在集泥井的回流污泥管道上依次设置有两套污泥无机颗粒分离器，每套污泥无机颗粒分离器上均设置有管道用于将生物有机质溢流导入到生化池中；二沉池设置有上清液排出管道；

所述的浓缩一体化砂水分离器、细砂筛分净化机和第二污泥无机颗粒分离器上均设置有排砂口。

2. 去除污水处理系统中无机颗粒的装置，其特征在于：包括通过管道连接的沉砂池预处理系统和污泥无机颗粒分离系统；

所述的沉砂池预处理系统包括高效沉砂池和强化细砂去除的砂水分离系统，砂水分离系统包括浓缩一体化砂水分离器和细砂筛分净化机；高效沉砂池和细砂筛分净化机均设置有出水管道连接至污水无机颗粒分离系统；高效沉砂池还设置有进水管道和砂水混合液管道，后者用于将砂水混合液导入浓缩一体化砂水分离器；

所述的污泥无机颗粒分离系统包括依次由管道连接的初沉池、生化池、二沉池和集泥井，在初沉池的污泥出口管道上设置污泥无机颗粒分离器，污泥无机颗粒分离器上设置有管道用于将生物有机质溢流导入到脱水机房中；集泥井设置有管道将回流污泥导入生化池；二沉池设置有上清液排出管道；

所述的细砂筛分净化机和污泥无机颗粒分离器上均设置有排砂口。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的去除污水处理系统中无机颗粒的装置，其特征在于：所述高效沉砂池包括沉砂室和砂斗；

所述沉砂室为圆柱形，采用 360° 直线进出水的方式设置进水涵和出水渠，进水涵具有 15° 倾角；沉砂室还设置流板与弓形隔板共同形成进水口，进水口高度与进水涵相同，宽度占进水涵宽度的 0.65 ～ 0.85；所述的出水渠用于将沉砂池出水排至生化池；所述的沉砂室中心位置设置有螺旋桨；所述的砂斗位于沉砂室螺旋桨下部，呈漏斗状；砂斗底部设置有排砂口。

4. 如权利要求 1 ～ 3 任一项所述的去除污水处理系统中无机颗粒的装置，其特征在于：所述的浓缩一体化砂水分离器包括砂料浓缩器和砂水分离器；

所述的砂水分离器包括集料斗水箱和螺旋洗砂器，所述螺旋洗砂器包括搅拌流化螺旋、输送槽和驱动装置，搅拌流化螺旋位于输送槽内，并由驱动装置驱动，输送槽的一端开有排砂口，另一端向下斜伸到集料斗水箱底部，所述的集料斗水箱侧壁上部设置有溢流堰和溢流管；

其中，集料斗水箱内部设有消能冲洗板和射流水入口；所述砂料浓缩器的出料端位于消能冲洗板上方；射流水入口对向消能冲洗板，用于引入射流水，对落入消能冲洗板的高度浓缩的砂粒进行冲洗；砂粒浓缩器和砂水分离器上均设置有溢流液出口连接至细砂筛分系统。

5. 采用权利要求 1 所述装置去除污水处理系统中无机颗粒的方法，其特征在于：包括如下步骤：

a、预处理：将经细格栅处理的污水引入预处理系统进行无机颗粒的预处理，具体操作如下：经细格栅处理的污水导入高效沉砂池，分离去除无机颗粒，砂水混合液进入浓缩一体化砂水分离器进一步处理，无机颗粒经排砂口排出，回流水进入细砂筛分净化机筛分，无机颗粒经排砂口排出，回流水与高效沉砂池出水合并进入污泥无机颗粒分离系统的生化池；

b、分离：将来自步骤 a 的回流水与高效沉砂池出水在生化池进行处理，出水进入二沉池，二沉池分离的上清液经管道流出，污泥进入集泥井，经集泥井分离的回流污泥进入污泥无机颗粒分离器，剩余污泥排出；污泥无机颗粒分离器的分离如下：第一级污泥颗粒分离器分离的污泥经排砂口排出，底流进入第二级污泥分离器，进一步分离的污泥经排砂口排出，生物有机质溢流回到生化池。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于：2 台污泥无机颗粒分离器采用间歇运行方式，生化池活性污泥 MLVSS/MLSS 低于 0.45 时，启动该机器。

7. 采用权利要求 2 所述装置去除污水处理系统中无机颗粒的方法，所述的装置设置初沉池，包括如下步骤，

a、预处理：将经细格栅处理的污水引入预处理系统进行无机颗粒的预处理，具体操作如下：经细格栅处理的污水导入高效沉砂池，分离去除无机颗粒，砂水混合液进入浓缩一体化砂水分离器进一步处理，无机颗粒经排砂口排出，回流水进入细砂筛分净化机筛分，无机颗粒经排砂口排出，回流水与高效沉砂池出水合并进入污泥无机颗粒分离系统的初沉池；

b、分离：将来自步骤 a 的回流水与高效沉砂池出水在初沉池进行处理，得到上清液和初沉污泥，上清液进入生化池，经生化池处理后，出水进入二沉池；二沉池分离的上清液经管道流出，污泥进入集泥井，经集泥井分离的回流污泥进入生化池，剩余污泥排出；初沉污泥进入污泥无机颗粒分离器，污泥经排砂口排出，生物有机质溢流与剩余污泥合并排出。

8. 如权利要求 5 ～ 7 任一项所述的方法，其特征在于：高效沉砂池去除粒径小于 55 ～ 100 μm 的细微泥沙；对无机颗粒的去除率，在旱季不低于 75%，降雨条件下不低于 72%。

9. 如权利要求 5 ～ 8 任一项所述的方法，其特征在于：浓缩一体化砂水分离器分离去除粒径大于 100 μm 的细微泥沙，分离效率不低于 50%。

10. 如权利要求 5 ～ 9 任一项所述的方法，其特征在于：细砂筛分净化机去除粒径小于 100 μm 的无机颗粒。

去除污水处理系统中无机颗粒的装置

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理技术领域，具体涉及去除污水处理系统中无机颗粒的装置。

背景技术

[0002] 目前，我国排水体制主要为截流式合流制或合流制与分流制并存的体制，管网中污水所携无机颗粒量大，粒径分布广，已成为影响我国污水收集、处理以及污泥处理处置的重要因素。

[0003] 最近 10 多年的实际观测与运行实践表明，我国许多城镇污水处理厂，在运行若干年（有的 1 ～ 2 年）之后，在生化池前端或整个生物处理系统中就会出现明显的泥沙淤积并进而影响生物处理系统的功能。特别是没有设置初沉池的氧化沟系统，运行一定时间之后，氧化沟沟道底部就会出现 0.5 ～ 1.5m 厚度的泥沙淤积层，使污水生物处理系统难以正常运行；以往误以为是机械曝气设备的混合推动力不足造成的，但近年的观测研究证明，这是大量的无机性泥沙在沟道中沉积、淤积造成的。

[0004] 与发达国家城镇污水 SS/BOD_5 比值为 1.1 左右相比，我国城镇污水处理厂年平均 SS/BOD_5 比值高于 1.1 的比例高达 78％。处于超高比值（＞ 2.0）和高比值（1.4 ～ 2.0）的城镇污水处理厂所占比例分别高达 32％和 16％。由于 SS/BOD_5 比值过高，大量无机悬浮固体（包括细微泥沙）进入后续的生物处理系统，除了造成生化池的泥沙淤积之外，活性污泥的产率系数也会明显升高（1 ～ 1.5kgDS/kgBOD_5），其中大部分是惰性的无机固体，污泥有机组分（MLVSS/MLSS）明显偏低，仅 0.30 ～ 0.50，使得生化池有效池容明显降低，生物除磷脱氮系统的运行性能不稳定。即使设置初沉池，污泥产率也在 0.8 ～ 1.0kgDS/kgBOD_5 左右。

[0005] 特别是南方地区、山地城市和处于市政开发建设的城区，雨季时容易出现高进水悬浮无机固体（SS）浓度的负荷冲击，进水 SS/BOD_5 比值高达 2 ～ 6 的水平，活性污泥 MLVSS/MLSS 比值降低到 0.3 左右，甚至到 0.25 的水平，不到正常生活污水处理系统的一半，导致生物硝化能力的明显下降，甚至完全丧失，反硝化速率也相应大幅度降低，往往需要数周时间才能恢复，因而，明显影响城镇污水处理厂的稳定运行，特别是氨氮和总氮的稳定达标。

[0006] 从污水厂的运行情况可以看出，无机颗粒淤积一方面使得活性污泥的密度增加，另一方面使得 MLVSS/MLSS 比值下降，为了保证污水处理效果污水厂不得不维持较高的污泥浓度。在保证活性污泥与污水处于充分混合的前提下，活性污泥密度和浓度的增加显然对机械搅拌或曝气提出更高的要求，从而造成能耗和运行费用的增加。同时，含沙率过大的污泥在脱水时会降低污泥的成饼率，并使带式压滤机滤布过度磨损，寿命缩短；回流污泥泵送这些含沙率过大的污泥时，泵壳更容易磨穿（一般 3 ～ 4 年），钢制管道弯头端部磨穿时间也从通常情况下的 10 年左右缩短为 5 ～ 6 年；在污泥消化池中，处理这些含沙率过大的剩余污泥，不但使污泥搅拌困难，而且会显著影响消化池的产气量。

[0007] 因此，针对城市污水中无机颗粒的特征，研发一种去除污水处理系统中无机颗粒的方法，尤其去除细微无机颗粒，对于提高污水处理效率、降低污水处理厂的运行成本以及维持污水处理厂的稳定运行具有重要的意义。

发明内容

[0008] 本发明要解决的技术问题是为去除污水处理系统的无机颗粒提供一种新选择。

[0009] 本发明的技术方案是去除污水处理系统中无机颗粒的装置，包括通过管道连接的沉砂池预处理系统和污泥无机颗粒分离系统；

[0010] 所述的沉砂池预处理系统包括高效沉砂池和强化细砂去除的砂水分离系统组成，砂水分离系统包括浓缩一体化砂水分离器和细砂筛分净化机；高效沉砂池和细砂筛分净化机均设置有出水管道连接至污水无机颗粒分离系统；高效沉砂池还设置有进水管道和砂水混合液管道，后者用于将砂水混合液导入浓缩一体化砂水分离器；

[0011] 所述的污泥无机颗粒分离系统包括依次由管道连接的生化池、二沉池和集泥井，在集泥井的回流污泥管道上依次设置有两套污泥无机颗粒分离器，每套污泥无机颗粒分离器上设置有管道用于将生物有机质溢流导入到生化池中；二沉池设置有上清液排出管道；

[0012] 所述的浓缩一体化砂水分离器、细砂筛分净化机和第二污泥无机颗粒分离器上均设置有排砂口。

[0013] 进一步的，所述集泥井上还设置有管道用于连接脱水机房。

[0014] 本发明还提供了一种去除污水处理系统中无机颗粒的装置，包括通过管道连接的沉砂池预处理系统和污泥无机颗粒分离系统；

[0015] 所述的沉砂池预处理系统包括高效沉砂池和强化细砂去除的砂水分离系统组成，砂水分离系统包括浓缩一体化砂水分离器和细砂筛分净化机；高效沉砂池和细砂筛分净化机均设置有出水管道连接至污水无机颗粒分离系统；高效沉砂池还设置有进水管道和砂水混合液管道，后者用于将砂水混合液导入浓缩一体化砂水分离器；

[0016] 所述的污泥无机颗粒分离系统包括依次由管道连接的初沉池、生化池、二沉池和集泥井，在初沉池的污泥出口管道上设置污泥无机颗粒分离器，污泥无机颗粒分离器上设置有管道用于将生物有机质溢流导入到脱水机房中；集泥井设置有管道将回流污泥导入生化池；二沉池设置有上清液排出管道；

[0017] 所述的细砂筛分净化机和污泥无机颗粒分离器上均设置有排砂口。

[0018] 具体的，所述高效沉砂池包括沉砂室和砂斗；

[0019] 所述沉砂室为圆柱形，采用 360° 直线进出水的方式设置进水涵和出水渠，进水涵具有 15° 倾角；还设置流板与弓形隔板共同形成了进水口，进水口高度与进水涵相同，进水口宽度占进水涵宽度的 0.65 ～ 0.85；沉砂室中心位置设置有螺旋桨；所述的出水渠用于将沉砂池出水排至生化池；

[0020] 所述的砂斗位于沉砂室螺旋桨下部，呈漏斗状；砂斗底部设置有排砂口。

[0021] 具体的，所述的浓缩一体化砂水分离器包括砂料浓缩器和砂水分离器；

[0022] 所述的浓缩一体化砂水分离系统包括砂粒浓缩器和砂水分离器，所述的砂水分离器包括集料斗水箱和螺旋洗砂器，所述螺旋洗砂器包括搅拌流化螺旋、输送槽和驱动装置，搅拌流化螺旋位于输送槽内，并由驱动装置驱动，输送槽的一端开有排砂口，另一端向下斜伸到集料斗水箱底部，所述的集料斗水箱侧壁上部设置有溢流堰和溢流管，集料斗水箱内部设有消能冲洗板和射流水入口；所述砂料浓缩器的出料端位于消能冲洗板上方；射流水入口对向消能冲洗板用于引入射流水，对落入消能冲洗板的高度浓缩的砂粒进行冲洗；所

述的砂料浓缩器上设置有砂水混合液入口；砂粒浓缩器和砂水分离器上均设置有溢流液出口连接至细砂筛分系统。

[0023] 优选的，所述集料斗水箱底面与输送槽倾斜角度一致的斜面，这种设置有助于将砂料的清除，以免残留。

[0024] 其中，在集料斗水箱内部溢流堰斜下方设置斜板。

[0025] 优选的，所述的斜板倾角一般采用 50 ～ 60 度，斜板间距取 80 ～ 100mm。

[0026] 优选的，为了节省输送槽的空间，增加运输量，所述搅拌流化螺旋为无轴螺旋，

[0027] 优选的，输送槽为 U 型槽，以方便砂料的运出。

[0028] 具体的，所述的射流水冲洗频率与浓缩一体化砂水分离器相对应，在运行调控中与砂水分离器同时启闭。

[0029] 进一步的，所述集泥井设置管道连接脱水机房。

[0030] 本发明还提供了采用所述装置去除污水处理系统中无机颗粒的方法，所述的装置不设置初沉池，包括如下步骤，

[0031] a、预处理：将经细格栅处理（细格栅处理是为了去除污水中的粗大固体物质）的污水引入预处理系统进行无机颗粒的预处理，具体操作如下：经细格栅处理的污水导入高效沉砂池，分离去除无机颗粒，砂水混合液进入浓缩一体化砂水分离器进一步处理，无机颗粒经排砂口排出，回流水进入细砂筛分净化机筛分，无机颗粒经排砂口排出，回流水与高效沉砂池出水合并进入污泥无机颗粒分离系统的生化池；

[0032] b、分离：将来自步骤 a 的回流水与高效沉砂池出水在生化池进行处理，出水进入二沉池，二沉池分离的上清液经管道流出，污泥进入集泥井，经集泥井分离的回流污泥进入污泥无机颗粒分离器，剩余污泥排出；污泥无机颗粒分离器的分离如下：第一级污泥颗粒分离器分离的污泥经排砂口排出，底流进入第二级污泥分离器，进一步分离的污泥经排砂口排出，生物有机质溢流回到生化池。

[0033] 具体的，2 台污泥无机颗粒分离器采用间歇运行方式，生化池活性污泥 MLVSS/MLSS 低于 0.45 时，启动该机器。

[0034] 本发明还提供了采用所述装置去除污水处理系统中无机颗粒的方法，所述的装置设置初沉池，包括如下步骤，

[0035] a、预处理：将经细格栅处理的污水引入预处理系统进行无机颗粒的预处理，具体操作如下：经细格栅处理的污水导入高效沉砂池，分离去除无机颗粒，砂水混合液进入浓缩一体化砂水分离器进一步处理，无机颗粒经排砂口排出，回流水进入细砂筛分净化机筛分，无机颗粒经排砂口排出，回流水与高效沉砂池出水合并进入污泥无机颗粒分离系统的初沉池；

[0036] b、分离：将来自步骤 a 的回流水与高效沉砂池出水在初沉池进行处理，得到上清液和初沉污泥，上清液进入生化池，经生化池处理后，出水进入二沉池；二沉池分离的上清液经管道流出，污泥进入集泥井，经集泥井分离的回流污泥进入生化池，剩余污泥排出；初沉污泥进入污泥无机颗粒分离器，污泥经排砂口排出，生物有机质溢流与剩余污泥合并排出。

[0037] 具体的，高效沉砂池去除粒径小于 55 ～ 100μm 的细微泥沙；对无机颗粒的去除率，在旱季不低于 75%，降雨条件下不低于 72%。

[0038] 具体的，浓缩一体化砂水分离器分离去除粒径大于 100μm 的细微泥沙，分离效率不低于 50%。

[0039] 具体的，细砂筛分净化机进一步去除粒径小于 100μm 的无机颗粒。

[0040] 本发明中，高效沉砂池沉降、收集污水中比重较大的无机颗粒，产生的砂水混合液进入浓缩一体化砂水分离器。

[0041] 高效沉砂池是以比氏沉砂池为原型，结合流体动力学理论基础和细微颗粒特性，实现对粒径小于 100μm 的细微泥沙的高效去除。高效沉砂池可去除的无机颗粒最小粒径为 55μm；对无机颗粒的去除率，在旱季运行条件下不低于 75%，降雨条件下不低于 72%。

[0042] 如图 5 所示，高效沉砂池采用 360° 直线进出水设置，其进水端为一条进水涵，连接经细格栅过滤的污水（细格栅处理是为了去除污水中的粗大固体物质）流入的进水管道。进水涵具有 15° 倾角，使进水以满流进入，基于水流加速涡流的原理，引导水流以一个较低的速度水平进入沉砂室分选区，使得大部分颗粒物能停留在底面上。沉砂室导流板与弓形隔板共同形成了进水口，进水口高度与进水涵相同，宽度则占进水涵宽度的 0.65 ～ 0.85，由进水斜坡导致的进水流速增加在此得到了进一步的加大，足以维持流体一定的旋转流速。进水口设置的竖直导流板使含砂水流向沉砂池边壁运动，作用是防止进水水流在分选区底面上的扩散，维持流线。分选区的流型与运行原理被称为“单涡系统”，为：从进水口而来的挟砂水流绕着沉砂室内壁运动，形成一道位置较低的流线，水流旋转形成的离心力导致近壁水头略高，流体将向下运动，使得水流强制与底部接触变为“薄膜”，颗粒物将沉降于底部，同时螺旋桨旋转产生的径向速度与流体旋转速度形成的螺旋环流将强迫砂粒一边绕轴旋转一边朝中心开口移动。水流即通过出水渠排出，进入生化池，砂水混合液进入浓缩一体化砂水分离器。如图 3 和 4 所示，沉砂室中心位置通过转轴设置有螺旋桨，并可通过调速电机控制螺旋桨的转速，螺旋桨下部设置有漏斗状的砂斗，砂斗底部设置有排砂口。污水进入沉砂池后，通过沉砂池分离，其中的砂粒沉降至砂斗，以砂水混合液的形式从排砂口排出，通过管道进入浓缩一体化砂水分离器，其中的主要成分是去除的砂粒；而去除了大部分砂粒后的污水，即沉砂池出水从出水渠排出，通过管道进入生化池（或初沉池）。沉砂池一旦运行，进入的污水便可以得到分离，同时形成砂水混合液和出水。

[0043] 浓缩一体化砂水分离器是通过在砂水分离器构型基础上增设砂料浓缩器、斜板、消能冲洗板和射流水入口等，构建起浓缩一体化砂水分离器，强化了砂水分离器对粒径大于 100μm 的细微泥沙的分离去除，其对无机颗粒的分离效率不低于 50%。浓缩一体化砂水分离器分离去除砂水混合液中粒径大于 100μm 的无机颗粒，粒径大于 100μm 的无机颗粒通过砂水分离器排砂排放，粒径小于 100μm 的无机颗粒随回流水至细砂筛分净化机。

[0044] 如图 6 所示，砂料浓缩器位于砂水分离器的砂水混合液进料端，下部出砂口直接与砂水分离器的入口相通，来自高效沉砂池的砂水混合液被提升到砂料浓缩器，粒径大于 100μm 的砂粒随底流经砂水分离器消能冲洗板进入砂水分离器，粒径小于 100μm 的砂粒从溢流管排出。

[0045] 砂水分离器入口处增设消能冲洗板，被浓缩的底流砂粒进入消能冲洗板，其动能基本得以消除，使得砂水在集料斗水箱内基本处于稳流，改善了砂粒的沉降效果。同时，在集料斗水箱开设的射流水入口，利用污水厂的中水对底流砂粒进行射流喷洗，射流水以正向或切向冲击被清洗砂粒表面，在清洗面上产生很大的瞬时碰撞动量，从而对清洗面上的

有机物产生挤压、剪切力，使附着的有机物很快剥落并被冲掉。

[0046] 砂水混合液进入斜板后，其所含的固体砂粒就沉淀在平行的斜板组件上，然后滑入集料斗水箱底部，随螺旋洗砂器排出，而其澄清液离开斜板通过顶部的出水通路孔流出，然后通过溢流堰汇集，由溢流管的溢流水出口流出。斜板强化了细砂的沉降效果，增强了砂水分离的效果。经溢流水出口排出的回流水进入回流水管道，流入细砂筛分净化机。

[0047] 细砂筛分净化机进一步去除砂水分离器溢回流水中粒径小于 100μm 的无机颗粒，无机颗粒通过排砂排放，有机物随回流水至高效沉砂池出水端，与高效沉砂池出水混合进入污泥无机颗粒分离系统。细砂筛分净化机的主要组成部分包括振动筛、渣浆泵系统和旋流器组；溢流水先进入振动筛部分的粗筛，混合液中 1mm 以上砂粒被筛分出来，剩余溢流水进入储浆槽，由渣浆泵将储浆槽的溢流水泵入水力旋流器组，水力旋流器组将细砂、有机物和水分离，有机物和水从水力旋流器组的溢流水管道进入溢流储水箱，然后沿总出浆管排出，细砂通过沉沙嘴排出并落入振动筛部分的细筛，细筛脱水筛选后，较干燥细渣料从排砂口分离出去，产生的砂水混合液再次返回储浆槽内进行二次分离，产生的细砂筛分净化机溢流水排出。

[0048] 在设置初沉池条件下，来自沉砂池预处理系统的回流水进入初沉池。经初沉池分离的上清液和初沉污泥分别进入生化池和污泥无机颗粒分离器。进入生化池处理的上清液进入二沉池。初沉污泥经初沉污泥管道进入污泥无机颗粒分离器。分离去除初沉污泥无机颗粒，无机颗粒通过底流排砂被分离去除，生物有机质溢流进入污泥脱水机房；经二沉池分离的上清液经管道排出，污泥进入集泥井；集泥井的回流污泥通过管道进入生化池，剩余污泥进入脱水机房。

[0049] 在未设置初沉池条件下，来自沉砂池预处理系统的回流水进入生化池，经生化池处理后进入二沉池。经二沉池分离的上清液经管道排出，污泥进入集泥井；集泥井的回流污泥通过管道进入污泥无机颗粒分离器，剩余污泥进入脱水机房。经污泥无机颗粒分离器分离的无机颗粒通过底流排砂被分离去除，生物有机质溢流至生化池。污泥无机颗粒分离器采用间歇运行方式，当生化池活性污泥 MLVSS/MLSS 低于 0.45 时，启动该系统。由于只对二沉池回流污泥进行一级分离会导致生物有机质的损失率高，因而采用两级分离，即对分离二沉池回流污泥得到的底流进行再分离。

[0050] 集泥井用于将污泥收集与浓缩，污泥从二沉池进入集泥井后，一部分通过回流污泥管回流，一部分通过剩余污泥管排出。

[0051] 生化池是整个活性污泥系统的核心，污水中的有机质在生化池中，通过活性污泥中微生物的作用得到充分降解处理，去除污水中的有机污染物。

[0052] 脱水机房将来自集泥井的剩余污泥进行脱水处理，得到泥饼。

[0053] 本发明所使用的污泥无机颗粒分离器的结构如专利“一种适用于去除污水处理厂活性污泥中淤沙的分离器 (ZL201110159013.X)”所示。

[0054] 本发明的有益效果：

[0055] (1) 去除污水处理系统中无机颗粒的装置组合了两种无机颗粒去除设备——沉砂池预处理系统去除污水中的无机颗粒和污泥无机颗粒分离系统去除污泥中的无机颗粒。通过污泥无机颗粒分离系统，保证了无机颗粒不会在初沉污泥或生化池污泥中累积；通过提高沉砂池预处理系统的除砂效能，减少了污泥无机颗粒分离系统的运行时间，降低了污泥

无机颗粒分离系统的能耗。

[0056] (2) 在砂水分离器回流管线上设置细砂筛分净化机，进一步去除回流水中粒径小于 100μm 的无机颗粒，解决了砂水分离器对粒径小于 100μm 的无机颗粒去除效率低的问题。

[0057] (3) 污泥无机颗粒分离系统均可采用模块式设计，便于嵌入污水处理系统中，能够减少对污水处理系统的改造并节约成本。

[0058] (4) 采用本发明的去除污水处理系统中无机颗粒装置，对于提高污水处理效率、降低污水处理厂的运行成本以及维持污水处理厂的稳定运行具有积极的意义。

附图说明

[0059] 图 1 为设置初沉池的污水处理系统中无机颗粒的去除装置；

[0060] 图 2 为未设置初沉池的污水处理系统中无机颗粒的去除装置；

[0061] 图 3 为高效沉砂池主视图；

[0062] 图 4 为高效沉砂池俯视图；

[0063] 图 5 为高效沉砂池立体结构示意图；

[0064] 图 6 为浓缩一体化砂水分离器示意图；

[0065] 图中标记：1- 高效沉砂池，2- 浓缩一体化砂水分离器，3- 细砂筛分净化机，4- 初沉池，5- 生化池，6- 二沉池，7- 集泥井，8- 脱水机房，9- 进水管道，10- 高效沉砂池出水管道，11- 砂水混合液管道，12- 排砂口，13- 回流水管道，14- 底流排砂口，15- 污泥无机颗粒分离器，16- 初沉污泥管道，17- 回流污泥管道，18- 剩余污泥管道，19- 生物有机质溢流管道，20- 上清液管道，21- 生化池出口管道，22- 调速电机，23- 转轴，24- 弓形隔板，25- 出水渠，26- 进水涵，27- 砂斗，28- 盖板，29- 沉砂室，30- 导流板，31- 螺旋桨，32- 螺旋环流，33- 流线，34- 砂水混合液入口，35- 砂料浓缩器，36- 溢流管，37- 消能冲洗板，38- 射流水入口，39- 集料斗水箱，40- 溢流堰，41- 斜板，42- 溢流水出口，43- 进水口，44- 砂水分离器，45- 分选区，46- 搅拌流化螺旋，47- 输送槽，48- 驱动装置，49- 螺旋洗砂器。

具体实施方式

[0066] 实施例 1 本发明装置的组装

[0067] 如图 1 和图 2 所示，沉砂池预处理系统包括高效沉砂池 1、浓缩一体化砂水分离器 2、细砂筛分净化机 3。

[0068] 细格栅出水通过进水管道 9 进入高效沉砂池 1，高效沉砂池去除污水中的无机颗粒，高效沉砂池的砂水混合液通过砂水混合液管道 11 进入浓缩一体化砂水分离器 2，高效沉砂池出水经过高效沉砂池出水管道 10 流至生化池 5。高效沉砂池是以比氏沉砂池为原型，通过简化沉砂池的功能、优化沉砂池的结构，强化对细微泥沙的去除能力。高效沉砂池可去除的无机颗粒最小粒径为 55μm；对无机颗粒的去除率，在旱季运行条件下不低于 75%，降雨条件下不低于 72%。

[0069] 高效沉砂池 1 采用 360° 直线进出水设置，其进水端为一条进水涵 26，连接供经细格栅过滤的污水流入的进水管道 9。进水涵 26 具有 15° 倾角，使进水以满流进入，基于水流加速涡流的原理，引导水流以一个较低的速度水平进入沉砂室分选区 45，使得大部分颗

粒物能停留在底面上。沉砂室导流板 30 与弓形隔板 24 共同形成了进水口 43，进水口 43 高度与进水涵 26 相同，宽度则占进水涵宽度的 0.65 ～ 0.85，由进水斜坡导致的进水流速增加在此得到了进一步的加大，足以维持流体一定的旋转流速。进水口 43 设置的竖直导流板 30 使含砂水流向沉砂池边壁运动，作用是防止进水水流在分选区 45 底面上的扩散，维持流线。分选区 45 的流型与运行原理被称为“单涡系统”，为 ：从进水口 43 而来的挟砂水流绕着沉砂室 29 内壁运动，形成一道位置较低的流线 33，水流旋转形成的离心力导致近壁水头略高，流体将向下运动，使得水流强制与底部接触变为“薄膜”，颗粒物将沉降于底部，同时螺旋桨 31 旋转产生的径向速度与流体旋转速度形成的螺旋环流 32 将强迫砂粒一边绕轴旋转一边朝中心开口移动。如图 3 和 4 所示，沉砂室 29 中心位置通过转轴 23 设置有螺旋桨 31，并可通过调速电机 22 控制螺旋桨 31 的转速，沉砂室下部设置有漏斗状的砂斗 27，砂斗底部设置有排砂口 12。排出的砂可通过提砂管最终运走。沉砂室顶部还可以设置盖板 28（盖板防止下沉的沙再被水流带上去）。

[0070] 浓缩一体化砂水分离器 2 分离去除砂水混合液中粒径大于 100μm 的无机颗粒，粒径大于 100μm 的无机颗粒通过砂水分离器排砂口 12 排放，粒径小于 100μm 的无机颗粒随回流水通过回流水管道 13 流至细砂筛分净化机 3。浓缩一体化砂水分离器是通过在砂水分离器构型基础上增设砂料浓缩器、斜板、消能冲洗板和射流水入口等，强化对细微无机颗粒的分离去除，其对无机颗粒的分离效率不低于 50％。

[0071] 如图 6 所示，砂料浓缩器 35 位于砂水分离器 44 的砂水混合液进料端，下部出砂口直接与砂水分离器 44 的入口相通，来自高效沉砂池 1 的砂水混合液被提升到砂料浓缩器 35，粒径大于 100μm 的砂粒随底流经砂水分离器 44 的消能冲洗板 37 进入砂水分离器，粒径小于 100μm 的砂粒从溢流水出口 42 排出。砂水分离器入口处增设消能冲洗板，被浓缩的底流砂粒进入消能冲洗板，其动能基本得以消除，使得砂水在集料斗水箱 39 内基本处于稳流，改善了砂粒的沉降效果。同时，在集料斗水箱 39 开设的射流水入口 38，利用污水厂的中水对底流砂粒进行射流喷洗，射流水以正向或切向冲击被清洗砂粒表面，在清洗面上产生很大的瞬时碰撞动量，从而对清洗面上的有机物产生挤压、剪切力，使附着的有机物很快剥落并被冲掉。砂水进入斜板 41 后，其所含的固体砂粒就沉淀在平行的斜板组件上，然后滑入集料斗水箱 39 底部，随螺旋洗砂器 49（所述的螺旋洗砂器包括搅拌流化螺旋 46、输送槽 47 和驱动装置 48）排出，而其澄清液离开斜板通过顶部的出水通路孔流出，然后通过溢流堰 40 汇集，由溢流管 36 的溢流水出口 42 流出。斜板强化了细砂的沉降效果，增强了砂水分离的效果。经溢流水出口 42 排出的回流水进入回流水管道 13，流入细砂筛分净化机 3。

[0072] 细砂筛分净化机 3 进一步去除浓缩一体化砂水分离器 2 回流水中粒径小于 100μm 的无机颗粒，无机颗粒通过排砂口 12 排放，有机物随回流水通过回流水管道 13 流至高效沉砂池出水端，与高效沉砂池出水混合。细砂筛分净化机的主要组成部分包括振动筛、渣浆泵系统和旋流器组 ；溢流水先进入振动筛部分的粗筛，混合液中 1mm 以上砂粒被筛分出来，剩余溢流水进入储浆槽，由渣浆泵将储浆槽的溢流水泵入水力旋流器组，水力旋流器组将细砂、有机物和水分离，有机物和水从水力旋流器组的溢流水管道进入溢流储水箱，然后沿总出浆管排出，细砂通过沉沙嘴排出并落入振动筛部分的细筛，细筛脱水筛选后，较干燥细渣料从排砂口分离出去，产生的砂水混合液再次返回储浆槽内进行二次分离，产生的细砂筛

分净化机溢流水排出。细砂筛分净化机（ZX-50A 型，三川德青环保科技公司生产）在来自浓缩一体化砂水分离器的回流水 13 悬浮物浓度大于 1g/L 时，对粒径大于 45μm 的颗粒物的去除率可达 100%。

[0073] 如图 2 所示，在设置有初沉池 4 时，将污泥无机颗粒分离器 15 嵌入到初沉污泥管道 16 上，初沉污泥中的无机颗粒通过底流排砂口 14 被分离去除，生物有机质溢流通过溢流管道 19 进入污泥脱水机房 8。采用污泥无机颗粒分离器（D150 型，威海海王），该分离器的分流比（底流体积与进料体积之比）为 6.9%，除砂效率（底流去除的无机颗粒的质量与原污泥中的比）为 80%，底流含水率为 83%、无机颗粒含量（干基）为 85%，溢流含水率为 99%、无机颗粒含量（干基）为 26.2%。

[0074] 如图 1 所示，在未设置初沉池 4 条件下，经二沉池 6 分离的上清液经管道 20 排出，污泥进入集泥井 7；集泥井的回流污泥通过回流污泥管道 17 进入污泥无机颗粒分离器 15，剩余污泥通过管道 18 进入脱水机房 8。经污泥无机颗粒分离器分离的无机颗粒通过底流排砂口 14 被分离去除，生物有机质溢流至生化池。污泥无机颗粒分离器采用间歇运行方式，当生化池活性污泥 MLVSS/MLSS 低于 0.45 时，启动该系统。由于只对二沉池回流污泥进行一级分离会导致生物有机质的损失率高，因而采用两级分离，即对分离二沉池回流污泥得到的底流进行再分离。经过两级分离后，最终得到的底流体积为原污泥的 1%，底流含水率为 70%、无机颗粒含量（干基）为 85%，生化池污泥 MLVSS/MLSS 从 0.45 提升至 0.55，生物有机质损失率为 7.8%。

[0075] 实施例 2 本发明装置的使用

[0076] 以某处理规模为 5 万 m^3/d 的污水厂为例，其进水 SS（悬浮固体）、ISS（无机悬浮固体）浓度分别为 320mg/L、200mg/L，SS 的中位径 D50 = 105μm；高效沉砂池设置 2 座，浓缩一体化砂水分离器和细砂筛分净化机各 1 套；生化池水力停留时间（HRT）为 12h，活性污泥有机质浓度（MLVSS）控制为 2100mg/L，污泥龄（SRT）为 15d，污泥回流比为 60%，二沉池回流污泥 MLSS 为生化池污泥 MLSS 的 2.67 倍。

[0077] 沉砂池产生的砂水混合液的流量为 $400m^3/d$、SS 干重为 12.03t/d、ISS 干重为 7.52t/d，砂水混合液进入浓缩一体化砂水分离器；浓缩一体化砂水分离器每天运行 24h，每小时运行 12min，排砂量为 $2.8m^3/d$，SS、ISS 的干重分别 4.232t/d、3.75t/d，溢流水流量为 $397.2m^3/d$，SS、ISS 的干重分别为 7.8t/d、4.05t/d，溢流水进入细砂筛分净化机；细砂筛分净化机采用 ZX-50A 型细砂筛分净化机，排砂量为 $3.1m^3/d$，SS、ISS 的干重分别为 4.56t/d、3.75t/d，溢流水流量为 $394.1m^3/d$，SS 干重量为 3.24t/d，溢流水中几乎没有无机颗粒。

[0078] 在设置初沉池时，采用 D150 型污泥无机颗粒分离器对初沉池污泥进行分离，初沉池污泥的产生量为 $160m^3/d$，底流排砂量为 $11m^3/d$，干重为 1.59t/d；在未设置初沉池时，采用 D75 型污泥无机颗粒分离器对二沉池回流污泥中的无机颗粒进行分离，当生化池污泥 MLVSS/MLSS 低于 0.45 时，启动污泥无机颗粒分离系统，可使活性污泥 MLVSS/MLSS 从 0.45 提升至 0.55，运行一次底流排砂量为 23.3t。

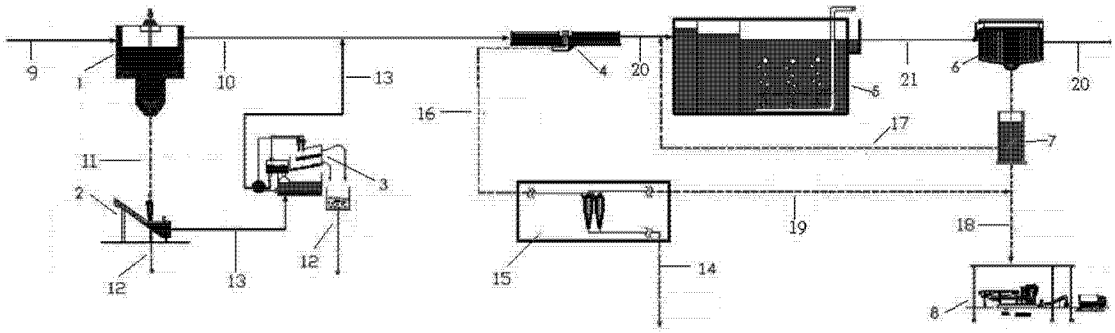

9
1
10
13
4
20
5
21
6
20
16
17
7
11
3
2
19
18
12
13
12
15
14
8

图 1

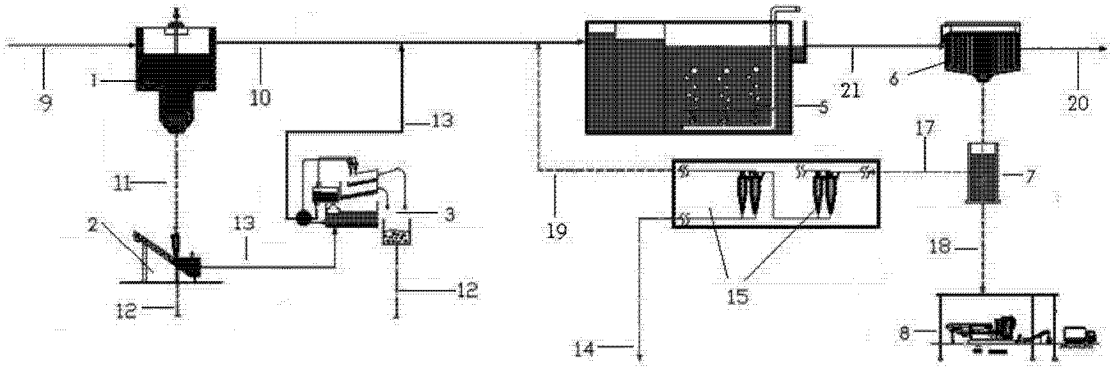

9
1
10
13
5
21
6
20
17
11
7
3
2
13
19
18
12
12
15
14
8

图 2

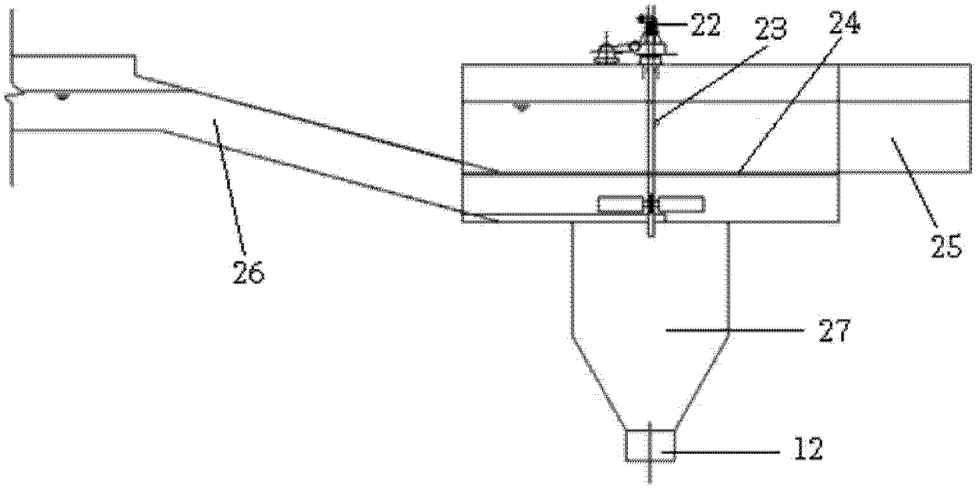

22
23
24
26
25
27
12

图 3

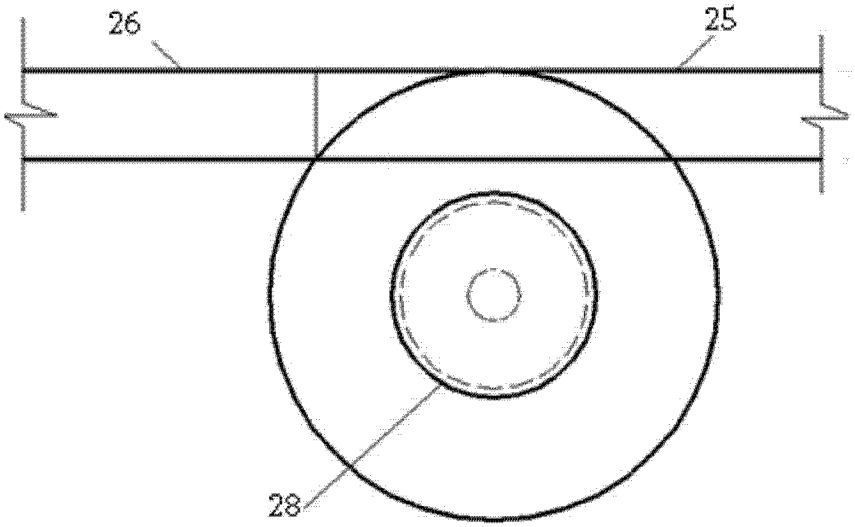


图 4

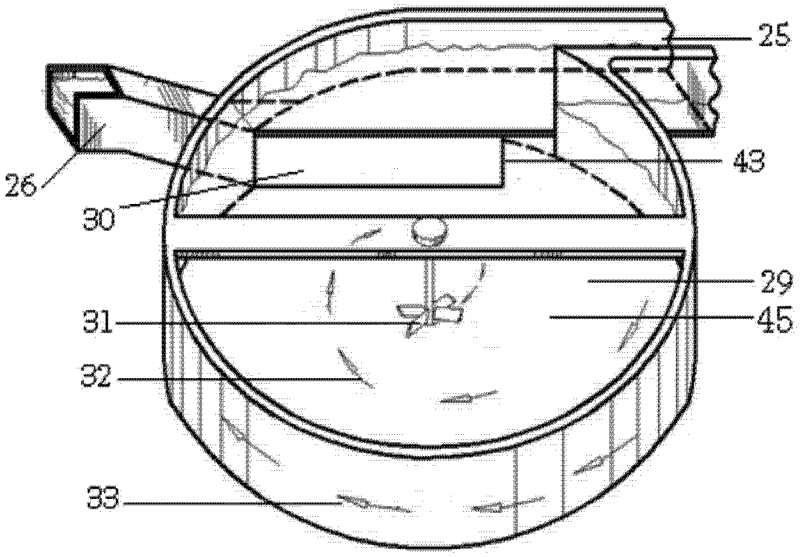


图 5

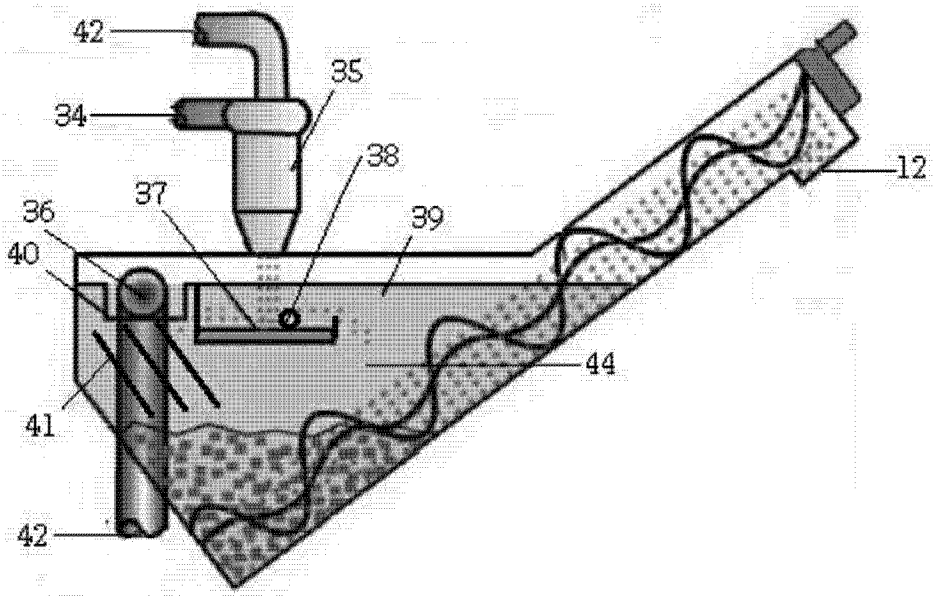


图 6