(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119797484 A
(43)申请公布日 2025.04.11

(21)申请号 202510296988.9

(22)申请日 2025.03.13

(71)申请人 安徽省通源环境节能股份有限公司
地址 230000 安徽省合肥市包河区祁门路3966号

(72)发明人 马洁晨 汪军 陈斌 杨明 周强 浦蔡鑫 陈建 龚明杰 徐汝民

(74)专利代理机构 合肥方舟知识产权代理事务所(普通合伙) 34158
专利代理师 王敏

(51)Int.Cl.
C02F 1/28(2023.01)
C02F 1/48(2023.01)
C02F 101/14(2006.01)
C02F 101/36(2006.01)

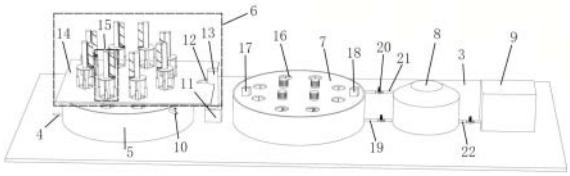
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统

(57)摘要

本发明涉及含氟废水处理装置技术领域,公开了一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统。包括吸附-分离-再生-循环利用系统和PLC自控系统,吸附-分离-再生-循环利用系统的一端设置有底座,底座的上表面一侧安装有吸附装置,吸附装置的一端设置有进水口,吸附装置的一端设置有出水口,吸附装置的上端安装有分离回收-循环利用装置,底座的上表面设置有再生装置,再生装置的一端设置有过滤装置,底座的上表面一端设置有沉淀收集箱,采用磁性吸附材料与优化的吸附-分离-再生-循环利用系统,能够实现高效的除氟效果,将废水中的氟离子浓度降至1 mg/L以下,不仅解决了传统方法在低浓度氟废水处理中的效率问题,还能确保废水达到严格的排放标准。



CN 119797484 A

1.一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统,包括吸附-分离-再生-循环利用系统(1)和PLC自控系统(2),其特征在于:所述吸附-分离-再生-循环利用系统(1)的一端设置有底座(3),所述底座(3)的上表面一侧安装有吸附装置(5),所述吸附装置(5)的上端开设有八个圆孔(16),所述吸附装置(5)的一端设置有进水口(4),所述吸附装置(5)的一端设置有出水口(10),所述吸附装置(5)的上端安装有分离回收-循环利用装置(6),所述分离回收-循环利用装置(6)的一端安装有伺服电机(11),所述伺服电机(11)的上端设置有转轴(13),所述分离回收-循环利用装置(6)的下端设置有方形转板(14),所述方形转板(14)的表面开设有与所述圆孔(16)相对应的贯穿式圆形通口,所述方形转板(14)的上表面安装有若干个与所述贯穿式圆形通口相对应的分离回收装置(15),所述方形转板(14)的一端开设有半圆孔,所述半圆孔的一侧焊接在所述转轴(13)的外表面,所述方形转板(14)的一侧设置有与所述转轴(13)相对应的三角支架(12),所述三角支架(12)与所述转轴(13)相连接,所述底座(3)的上表面设置有再生装置(7),所述再生装置(7)的一端设置有过滤装置(8),所述底座(3)的上表面一端设置有沉淀收集箱(9)。

2.如权利要求1所述的一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统,其特征在于:所述吸附装置(5)的内部设置有圆柱形吸附池,所述吸附池的内部设置折流板(23),所述吸附池的两侧分别设置有一级吸附池(24)和二级吸附池(25),所述折流板(23)设置在所述一级吸附池(24)及所述二级吸附池(25)的中间,所述一级吸附池(24)及所述二级吸附池(25)的内部安装有两个搅拌装置(26)。

3.如权利要求2所述的一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统,其特征在于:所述搅拌装置(26)的一端安装有电机a(29),所述电机a(29)的一端设置有转动杆(30),所述转动杆(30)的一端两侧设置有搅拌杆(33),所述搅拌杆(33)的外表面设置有三个搅拌叶片a(34),所述搅拌叶片a(34)之间的倾角设置为120°,所述转动杆(30)的外表面设置有主动齿轮(31),一侧所述搅拌杆(33)的外表面设置有与所述主动齿轮(31)相对应的从动齿轮(32),所述主动齿轮(31)与所述从动齿轮(32)相啮合,所述转动杆(30)的底端外表面设置有三个搅拌叶片b(35)。

4.如权利要求3所述的一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统,其特征在于:所述再生装置(7)的内部设置有与所述吸附装置(5)相同形状的圆柱形再生池,所述再生装置(7)的顶部开设有八个所述圆孔(16),所述再生装置(7)的上端内壁安装有所述搅拌装置(26),所述再生装置(7)的内部安装有冲洗装置(27),所述冲洗装置(27)的内部设置有四个尖嘴喷头,所述尖嘴喷头设置在所述圆孔(16)的下端,喷嘴向所述圆孔(16)方向呈60°,所述再生装置(7)的上端两侧分别安装有加药装置a(17)和加药装置b(18)。

5.如权利要求4所述的一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统,其特征在于:所述分离回收装置(15)的内部设置有圆盘(38),所述圆盘(38)的上表面一侧安装有电机b(39),所述电机b(39)的上端设置有桶形轮(40),所述桶形轮(40)的外表面开设有弧形滑槽(41),所述弧形滑槽(41)的内部滑动连接柱状滑块(43),所述圆盘(38)的上表面一侧设置有与所述电机b(39)相对应的箱体(42),所述箱体(42)的一侧表面开设有右侧凹槽(44),所述柱状滑块(43)滑动连接在所述右侧凹槽(44)的内部,所述圆盘(38)的中间开设有所述圆孔(16),所述圆盘(38)的下表面设置有与所述圆孔(16)相对应的空心圆柱底管(36),所述圆盘(38)的下表面四侧安装有液压杆(37)。

6.如权利要求5所述的一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统,其特征在于:所述箱体(42)的内部安装有弹簧(45),所述弹簧(45)的内部设置有磁铁(46),所述磁铁(46)的上端设置有圆饼压块(47),所述圆饼压块(47)的两侧设置有长方体状滑块(48),一侧所述长方体状滑块(48)的表面设置有所述柱状滑块(43),所述箱体(42)的另一侧表面开设有与所述长方体状滑块(48)相对应的左侧凹槽(49)。

7.如权利要求6所述的一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统,其特征在于:所述磁铁(46)的材质采用钕铁硼磁铁。

8.如权利要求7所述的一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统,其特征在于:所述过滤装置(8)的内部下端开设有沉淀仓(50),所述过滤装置(8)的内部上端开设有滤液仓(51),所述沉淀仓(50)与所述滤液仓(51)之间设置有过滤网(28),所述过滤装置(8)的一端设置有吸泥管(19),所述吸泥管(19)与所述再生装置(7)相连通,所述过滤装置(8)的一端设置有沉淀排放管(22),所述沉淀排放管(22)与所述沉淀收集箱(9)相连通,所述过滤装置(8)的上端设置有回流管(21),所述回流管(21)的另一端与所述再生装置(7)相连通,所述回流管(21)、所述吸泥管(19)及所述沉淀排放管(22)的一端分别安装有泵(20)。

9.如权利要求8所述的一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统,其特征在于:所述PLC自控系统(2)在所述吸附装置(5)的所述进水口(4)、所述出水口(10)及所述再生装置(7)中分别设置氟离子传感器,在所述再生装置(7)中设置电导率传感器。

一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统

技术领域

[0001] 本发明属于含氟废水处理装置技术领域,具体为一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统。

背景技术

[0002] 含氟废水主要来源于氟化盐生产、电解铝工业、玻璃制造、电子半导体、表面处理和制冷剂生产等行业。这些废水中氟离子浓度高达100-1000 mg/L,具有强腐蚀性和毒性,对水体、土壤环境以及人体具有较大的潜在危害。

[0003] 现有含氟废水处理方法主要以化学沉淀法、混凝沉淀法及吸附法为主。化学沉淀法通过加入石灰或氯化钙将氟离子转化为氟化钙沉淀,混凝沉淀法通过加入铝盐、铁盐等混凝剂生成絮凝体来吸附氟离子,这些方法对高浓度含氟废水处理效果较好,但除氟精度低,出水氟离子含量一般在20 mg/L左右,难以满足《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)中规定的氟离子排放限值(≤10 mg/L),且容易产生大量污泥,可能造成二次污染,增加后续处理难度。吸附法利用活性氧化铝、活性炭、羟基磷灰石等吸附剂表面的活性位点吸附氟离子,去除氟的效率较高,能实现较低的残余氟浓度,处理后的废水氟离子浓度可降低至1 mg/L以下,能满足含氟废水处理精度要求。此外,与其它方法相比,吸附法通常不需要复杂的设备和操作工艺,设备简单且易于维护,成本低廉,适用于各种类型的含氟废水和各种规模的处理设施。

[0004] 但现有吸附法普遍存在吸附材料易流失、分离困难、饱和后难以再生、再生过程复杂且耗时耗能、再生过程易引发二次污染及吸附设备自动化程度低等问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于:为了解决上述提出的现有吸附法普遍存在吸附材料易流失、分离困难、饱和后难以再生、再生过程复杂且耗时耗能、再生过程易引发二次污染及吸附设备自动化程度低等问题,提供一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统。

[0006] 本发明采用的技术方案如下:一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统,包括吸附-分离-再生-循环利用系统和PLC自控系统,所述吸附-分离-再生-循环利用系统的一端设置有底座,所述底座的上表面一侧安装有吸附装置,所述吸附装置的一端设置有进水口,所述吸附装置的一端设置有出水口,所述吸附装置的上端安装有分离回收-循环利用装置,所述分离回收-循环利用装置的一端安装有伺服电机,所述伺服电机的上端设置有转轴,所述分离回收-循环利用装置的下端设置有方形转板,所述方形转板的表面开设有与所述圆孔相对应的贯穿式圆形通口,所述方形转板的上表面安装有若干个与所述贯穿式圆形通口相对应的分离回收装置,所述方形转板的一端开设有半圆孔,所述半圆孔的一侧焊接在所述转轴的外表面,所述方形转板的一侧设置有与所述转轴相对应的三角支架,所述三角支架与所述转轴相连接,所述底座的上表面设置有再生装置,所述再生装置的一端设置有过滤装置,所述底座的上表面一端设置有沉淀收集箱。

[0007] 通过采用上述技术方案,采用磁性吸附材料与优化的吸附-分离-再生-循环利用系统,能够实现高效的除氟效果,将废水中的氟离子浓度降至1mg/L以下,不仅解决了传统方法在低浓度氟废水处理中的效率问题,还能确保废水达到严格的排放标准。

[0008] 在一优选的实施方式中,所述吸附装置的内部设置有圆柱形吸附池,所述吸附装置的上端开设有八个圆孔,所述吸附池的内部设置折流板,所述吸附池的两侧分别设置有一级吸附池和二级吸附池,所述折流板设置在所述一级吸附池及所述二级吸附池的中间,所述一级吸附池及所述二级吸附池的内部安装有两个搅拌装置。

[0009] 通过采用上述技术方案,搅拌装置采用机械搅拌形式,可提高磁性吸附材料与废水中氟离子之间的接触效率,防止吸附材料沉降或聚集,确保其分布均匀。

[0010] 在一优选的实施方式中,所述搅拌装置的一端安装有电机a,所述电机a的一端设置有转动杆,所述转动杆的一端两侧设置有搅拌杆,所述搅拌杆的外表面设置有三个搅拌叶片a,所述搅拌叶片a之间的倾角设置为120°,所述转动杆的外表面设置有主动齿轮,一侧所述搅拌杆的外表面设置有与所述主动齿轮相对应的从动齿轮,所述主动齿轮与所述从动齿轮相啮合,所述转动杆的底端外表面设置有三个搅拌叶片b。

[0011] 通过采用上述技术方案,在电机a通电后,转动杆带动搅拌杆、主动齿轮和搅拌叶片a围绕转动杆水平转动,主动齿轮进而带动从动齿轮,从动齿轮再带动搅拌叶片a围绕搅拌杆自转,从而实现搅拌叶片不仅可水平转动,还可垂直方向自转,可使吸附材料在吸附池充分分散。

[0012] 在一优选的实施方式中,所述再生装置的内部设置有与所述吸附装置相同形状的圆柱形再生池,所述再生装置的顶部开设有八个所述圆孔,所述再生装置的上端内壁安装有所述搅拌装置,所述再生装置的内部安装有冲洗装置,所述冲洗装置的内部设置有四个尖嘴喷头,所述尖嘴喷头设置在所述圆孔的下端,喷嘴向所述圆孔方向呈60°,所述再生装置的上端两侧分别安装有加药装置a和加药装置b。

[0013] 通过采用上述技术方案,喷淋去离子水洗涤残留在磁性吸附材料表面的再生试剂,加药装置a投加再生试剂用来解吸吸附了氟离子的磁性吸附材料,使氟离子转移至溶液中,且不会改变磁性材料的表面化学性质,加药装置b投加浓缩试剂,通过沉淀作用来分离再生溶液中的氟离子,再通过过滤装置将氟离子沉淀物最终回收至沉淀收集箱中,实现资源化利用。

[0014] 在一优选的实施方式中,所述分离回收装置的内部设置有圆盘,所述圆盘的上表面一侧安装有电机b,所述电机b的上端设置有桶形轮,所述桶形轮的外表面开设有弧形滑槽,所述弧形滑槽的内部滑动连接柱状滑块,所述圆盘的上表面一侧设置有与所述电机b相对应的箱体,所述箱体的一侧表面开设有右侧凹槽,所述柱状滑块滑动连接在所述右侧凹槽的内部,所述圆盘的中间开设有所述圆孔,所述圆盘的下表面设置有与所述圆孔相对应的空心圆柱底管,所述圆盘的下表面四侧安装有液压杆。

[0015] 通过采用上述技术方案,在电机b的作用下,可以带动桶形轮进行旋转,使得柱状滑块的一端在弧形滑槽的内部滑动,进而可以带动柱状滑块在右侧凹槽内部移动。

[0016] 在一优选的实施方式中,所述箱体的内部安装有弹簧,所述弹簧的内部设置有磁铁,所述磁铁的上端设置有圆饼压块,所述圆饼压块的两侧设置有长方体状滑块,一侧所述长方体状滑块的表面设置有所述柱状滑块,所述箱体的另一侧表面开设有与所述长方体状

滑块相对应的左侧凹槽。

[0017] 通过采用上述技术方案,在电机b通电后,带动桶形轮转动,搭接在桶形轮上弧形滑槽内部的柱状滑块随之向下滑动,柱状滑块带动弹簧和磁铁向下运动,将磁铁通过圆孔推入空心圆柱底管的内部,随后液压杆收缩,使带有磁铁的空心圆柱底管结构下降推入吸附装置或再生装置中。

[0018] 在一优选的实施方式中,所述磁铁的材质采用钕铁硼磁铁。

[0019] 通过采用上述技术方案,其具有良好的磁性,能够提供强大的磁场支持,同时,其具有良好的耐磨性和抗刮擦性,延长其使用寿命。

[0020] 在一优选的实施方式中,所述过滤装置的内部下端开设有沉淀仓,所述过滤装置的内部上端开设有滤液仓,所述沉淀仓与所述滤液仓之间设置有过滤网,所述过滤装置的一端设置有吸泥管,所述吸泥管与所述再生装置相连通,所述过滤装置的一端设置有沉淀排放管,所述沉淀排放管与所述沉淀收集箱相连通,所述过滤装置的上端设置有回流管,所述回流管的另一端与所述再生装置相连通,所述回流管、所述吸泥管及所述沉淀排放管的一端安装有泵。

[0021] 通过采用上述技术方案,在泵的作用下,再生装置的沉淀物抽至沉淀仓的内部,通过过滤网过滤后的液体流入滤液仓的内部,再通过回流管回流至再生装置中,而在沉淀仓中的CaF_2沉淀再通过沉淀沉淀排放管进入沉淀收集箱中储存。

[0022] 在一优选的实施方式中,所述PLC自控系统在所述吸附装置的所述进水口、所述出水口及所述再生装置中分别设置氟离子传感器,所述再生装置中设置电导率传感器。

[0023] 通过采用上述技术方案,实时监测F^-浓度和NaCl再生剂的离子强度等关键参数,实现吸附、再生、沉淀及排放的全自动控制,确保除氟系统高效稳定运行。

[0024] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本发明的有益效果是:

[0025] 1、本发明采用磁性吸附材料与优化的吸附-分离-再生-循环利用系统,能够实现高效的除氟效果,将废水中的氟离子浓度降至1mg/L以下,不仅解决了传统方法在低浓度氟废水处理中的效率问题,还能确保废水达到严格的排放标准。

[0026] 2、本发明通过优化吸附材料的设计,采用磁性吸附材料,显著减少了传统吸附材料的流失和难分离问题,并通过两级吸附设计实现了梯度吸附,提高了吸附材料的稳定性,延长了其使用寿命,避免了频繁补充或更换吸附材料,从而降低了处理成本。

[0027] 3、本发明将吸附装置与再生装置有机结合,形成了一种高效、快速的原位再生系统,该系统避免了传统再生技术中复杂、能源消耗高且依赖人工干预的操作,极大地提高了吸附材料的再生效率,减少了吸附材料浪费,降低了整个废水处理过程的成本。

[0028] 4、本发明将再生液中的F^-转化为氟化钙沉淀的形式进行收集,CaF_2作为一种可利用的资源,可以在多个工业领域中得到应用,这不仅避免了F^-对环境的二次污染,还能确保废水处理过程的环保性,提升了废水处理过程的绿色环保和可持续性。

[0029] 5、本发明将吸附材料的吸附、分离和再生等关键操作自动化,减少了人工干预和不确定性因素,提高了系统的灵活性和稳定性,自动化控制不仅提升了操作效率,还降低了人为操作错误和成本,使得整个废水处理过程更加高效、可靠。

附图说明

[0030] 图1为本发明中含氟废水高精度处理及资源化利用系统的整体示意图;

[0031] 图2为本发明中吸附-分离-再生-循环利用系统的正面结构示意图;

[0032] 图3为本发明中吸附-分离-再生-循环利用系统的剖视图;

[0033] 图4为本发明中搅拌装置的正面结构示意图;

[0034] 图5为本发明中分离回收装置的正面结构示意图;

[0035] 图6为本发明中分离回收装置的正面结构剖视图;

[0036] 图7为本发明中分离回收装置的背面结构剖视图;

[0037] 图8为本发明中过滤装置的剖视图。

[0038] 图中标记:1、吸附-分离-再生-循环利用系统;2、PLC自控系统;3、底座;4、进水口;5、吸附装置;6、分离回收-循环利用装置;7、再生装置;8、过滤装置;9、沉淀收集箱;10、出水口;11、伺服电机;12、三角支架;13、转轴;14、方形转板;15、分离回收装置;16、圆孔;17、加药装置a;18、加药装置b;19、吸泥管;20、泵;21、回流管;22、沉淀排放管;23、折流板;24、一级吸附池;25、二级吸附池;26、搅拌装置;27、冲洗装置;28、过滤网;29、电机a;30、转动杆;31、主动齿轮;32、从动齿轮;33、搅拌杆;34、搅拌叶片a;35、搅拌叶片b;36、空心圆柱底管;37、液压杆;38、圆盘;39、电机b;40、桶形轮;41、弧形滑槽;42、箱体;43、柱状滑块;44、右侧凹槽;45、弹簧;46、磁铁;47、圆饼压块;48、长方体状滑块;49、左侧凹槽;50、沉淀仓;51、滤液仓。

具体实施方式

[0039] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,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。

[0040] 参照图1-8,一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统,包括吸附-分离-再生-循环利用系统1和PLC自控系统2,吸附-分离-再生-循环利用系统1的一端设置有底座3,底座3的上表面一侧安装有吸附装置5,吸附装置5的一端设置有进水口4,吸附装置5的一端设置有出水口10,吸附装置5的上端安装有分离回收-循环利用装置6,分离回收-循环利用装置6的一端安装有伺服电机11,伺服电机11的上端设置有转轴13,分离回收-循环利用装置6的下端设置有方形转板14,方形转板14的表面开设有与圆孔16相对应的贯穿式圆形通口,方形转板14的上表面安装有若干个与贯穿式圆形通口相对应的分离回收装置15,方形转板14的一端开设有半圆孔,半圆孔的一侧焊接在转轴13的外表面,方形转板14的一侧设置有与转轴13相对应的三角支架12,三角支架12与转轴13相连接,底座3的上表面设置有再生装置7,再生装置7的一端设置有过滤装置8,底座3的上表面一端设置有沉淀收集箱9,通过以上设计,采用磁性吸附材料与优化的吸附-分离-再生-循环利用系统,能够实现高效的除氟效果,将废水中的氟离子浓度降至1mg/L以下,不仅解决了传统方法在低浓度氟废水处理中的效率问题,还能确保废水达到严格的排放标准。

[0041] 参照图2-4,吸附装置5的内部设置有圆柱形吸附池,吸附装置5的上端开设有八个圆孔16,吸附池的内部设置折流板23,吸附池的两侧分别设置有一级吸附池24和二级吸附

池25,折流板23设置在一级吸附池24及二级吸附池25的中间,一级吸附池24及二级吸附池25的内部安装有两个搅拌装置26,搅拌装置26采用机械搅拌形式,可提高磁性吸附材料与废水中氟离子之间的接触效率,防止吸附材料沉降或聚集,确保其分布均匀。

[0042] 参照图4,搅拌装置26的一端安装有电机a29,电机a29的一端设置有转动杆30,转动杆30的一端两侧设置有搅拌杆33,搅拌杆33的外表面设置有三个搅拌叶片a34,搅拌叶片a34之间的倾角设置为120°,转动杆30的外表面设置有主动齿轮31,一侧搅拌杆33的外表面设置有与主动齿轮31相对应的从动齿轮32,主动齿轮31与从动齿轮32相啮合,转动杆30的底端外表面设置有三个搅拌叶片b35,在电机a29通电后,转动杆30带动搅拌杆33、主动齿轮31和搅拌叶片a34围绕转动杆30水平转动,主动齿轮31进而带动从动齿轮32,从动齿轮32再带动搅拌叶片a34围绕搅拌杆33自转,从而实现搅拌叶片不仅可水平转动,还可垂直方向自转,可使吸附材料在吸附池充分分散。

[0043] 参照图2-4,再生装置7的内部设置有与吸附装置5相同的吸附池,再生装置7的顶部开设有八个圆孔16,再生装置7的上端内壁安装有搅拌装置26,再生装置7的内部安装有冲洗装置27,冲洗装置27的内部设置有四个尖嘴喷头,尖嘴喷头设置在圆孔16的下端,喷嘴向圆孔16方向呈60°,再生装置7的上端两侧分别安装有加药装置a17和加药装置b18,通过喷淋去离子水洗涤残留在磁性吸附材料表面的再生试剂,加药装置a17投加再生试剂用来解吸吸附了氟离子的磁性吸附材料,使氟离子转移至溶液中,且不会改变磁性材料的表面化学性质,加药装置b18投加浓缩试剂,通过沉淀作用来分离再生溶液中的氟离子,再通过过滤装置8将氟离子沉淀物最终回收至沉淀收集箱9中,实现资源化利用。

[0044] 参照图2-图3和图5-图7,分离回收装置15的内部设置有圆盘38,圆盘38的上表面一侧安装有电机b39,电机b39的上端设置有桶形轮40,桶形轮40的外表面开设有弧形滑槽41,弧形滑槽41的内部滑动连接柱状滑块43,圆盘38的上表面一侧设置有与电机b39相对应的箱体42,箱体42的一侧表面开设有右侧凹槽44,柱状滑块43滑动连接在右侧凹槽44的内部,圆盘38的中间开设有圆孔16,圆盘38的下表面设置有与圆孔16相对应的空心圆柱底管36,圆盘38的下表面四侧安装有液压杆37,在电机b39的作用下,可以带动桶形轮40进行旋转,使得柱状滑块43的一端在弧形滑槽41的内部滑动,进而可以带动柱状滑块43在右侧凹槽44内部移动。

[0045] 参照图6-7,箱体42的内部安装有弹簧45,弹簧45的内部设置有磁铁46,磁铁46的上端设置有圆饼压块47,圆饼压块47的两侧设置有长方体状滑块48,一侧长方体状滑块48的表面设置有柱状滑块43,箱体42的另一侧表面开设有与长方体状滑块48相对应的左侧凹槽49,在电机b39通电后,带动桶形轮40转动,搭接在桶形轮40上弧形滑槽41内部的柱状滑块43随之向下滑动,柱状滑块43带动弹簧45和磁铁46向下运动,将磁铁46通过圆孔16推入空心圆柱底管36的内部,随后液压杆37收缩,使带有磁铁的空心圆柱底管结构下降推入吸附装置5或再生装置7中。

[0046] 参照图6-7,磁铁46的材质采用钕铁硼磁铁N52,其具有良好的磁性,能够提供强大的磁场支持,同时,其具有良好的耐磨性和抗刮擦性,延长其使用寿命。

[0047] 参照图2-3和图8,过滤装置8的内部下端开设有沉淀仓50,过滤装置8的内部上端开设有滤液仓51,沉淀仓50与滤液仓51之间设置有过滤网28,过滤装置8的一端设置有吸泥管19,吸泥管19与再生装置7相连通,过滤装置8的一端设置有沉淀排放管22,沉淀排放管22

与沉淀收集箱9相连通,过滤装置8的上端设置有回流管21,回流管21的另一端与再生装置7相连通,回流管21的一端安装有泵20,在泵20的作用下,再生装置7的沉淀物抽至沉淀仓50的内部,通过过滤网28过滤后的液体流入滤液仓51的内部,再通过回流管21回流至再生装置7中,而在沉淀仓50中的CaF_2沉淀再通过沉淀沉淀排放管22进入沉淀收集箱9中储存。

[0048] 参照图1-8,PLC自控系统2在吸附装置5的进水口4、出水口10及再生装置7中分别设置氟离子传感器,在再生装置7中还设置电导率传感器,通过实时监测F^-浓度和NaCl再生剂的离子强度等关键参数,实现吸附、再生、沉淀及排放的全自动控制,确保除氟系统高效稳定运行。

[0049] 本发明一种含氟废水高精度处理与资源化利用系统实施例的实施原理为:

[0050] 当系统启动时,PLC控制进水口打开,使经预处理后的含氟废水从进水口进入吸附装置5中,先流经一级吸附池24,在搅拌装置26的作用下与一级吸附池中磁性吸附材料充分接触,在物理或化学吸附作用下,含氟废水与磁性吸附材料表面大量的空穴和活性位点结合,在一级吸附池中完成对含氟废水的初步吸附,再通过折流板23进入二级吸附池25,在搅拌装置26的作用下,与二级吸附池中磁性吸附材料充分接触,在二级吸附池中进一步彻底吸附废水中F^-。这种分级吸附方式,可实现梯度吸附,能提高吸附效率,防止两级吸附池中F^-过度吸附导致的磁性吸附材料饱和现象,延长磁性吸附材料的使用寿命,从而提高整个吸附装置去除氟离子的效果。待出水口检测F^-浓度达标后,PLC控制吸附装置停止运行,进行达标水质排放,若出水口处监测到氟离子浓度持续超过设定的达标值且维持 30 分钟时,则判定磁性吸附材料达到饱和,此时,PLC系统控制进水口及吸附装置关闭,并启动分离回收装置15,方形板上的桶形轮40随电机b39转动,带动圆柱状滑块43和长方体状滑块48向下运动,圆饼压块47压缩弹簧45,带动磁铁46向下运动通过圆盘38的中心孔,将磁铁46推入空心圆柱底管36中,随后液压杆37收缩,使带有磁铁的空心圆柱底管结构下降推入吸附装置5中,磁性吸附材料通过磁铁引力会全部吸引至空心圆柱底管36表面,随后液压杆37升起,带动分离回收装置15将磁性吸附材料从吸附装置中回收,启动分离回收-循环利用装置6中伺服电机11,带动方形板转14至再生装置7上方,方形板圆孔与再生装置表面圆孔相对应,液压杆37收缩将带有磁铁的空心圆柱底管及其表面的磁性吸附材料一起推入再生装置7中,随后桶形轮40随电机b39反向转动,将磁铁46完全抽离空心圆柱底管36,失去磁吸引力的磁性吸附材料随之跌落至再生装置7中,随后液压杆37升起,带动空心圆柱底管36恢复原位,启动再生装置7中加药装置a17和搅拌装置26,投加NaCl再生剂,开始再生过程,期间若电导率达5.8~23 $S \cdot m^{-1}$的上限值,则停止加药,若再生过程中电导率低于5.8 $S \cdot m^{-1}$,PLC系统会判断NaCl药剂浓度不够,自动启动加药装置a17进行加药,直到电导率达到预设范围,这样可确保再生剂充足,磁性吸附材料解吸更彻底。随着再生过程的进行,F^-会从磁性吸附材料上解吸进入溶液中,F^-的浓度逐渐升高,待F^-浓度随时间趋于稳定时变化幅度小于0.1 mg/L,系统自动判定解吸完成,解吸完成后,先启动分离回收装置15,将再生后的磁性吸附材料通过磁铁的磁引力吸至空心圆柱底管36表面,再抬升液压杆37使空心圆柱底管缓慢离开再生液面,同步启动冲洗装置27,缓慢冲洗磁性吸附材料表面残留的再生液,随后将磁性吸附材料从再生池中回收,再启动分离回收-循环利用装置6,将分离回收-循环利用装置6转动至吸附装置5上方,将再生后的磁性吸附材料再投加至吸附装置5中进行循环利用,随后分离回收装置15回归原位,经过多次再生回收过程,待磁性吸附材料从再生池中分离出

来后,PLC系统检测再生池中F^-浓度达40mg/L以上时,PLC根据再生池中的实际F^-浓度,按Ca^{2+}与F^-的摩尔比1:2计算所需添加的$CaCl_2$量,启动加药装置b18投加$CaCl_2$药剂,与再生液中F^-反应生成CaF_2沉淀,CaF_2沉淀通过吸泥管19,经泵抽入过滤装置8中,过滤后的溶液经过滤液仓51,由过滤装置上方的回流管21返回至再生装置7中,停留在沉淀仓50的沉淀通过沉淀排放管22送入收集箱9中待回收利用,定期回收收集箱9中的$CaCl_2$沉淀,可将其用于如铝工业中的氟化剂、钢铁冶炼中的脱硫剂、以及用于制造氟化塑料等各种工业用途。

[0051] 此外,通过共沉淀法制备磁性吸附材料,将六水合氯化铁和七水合硫酸铁按摩尔比Fe^{3+}/Fe^{2+}=2:1的用量加入烧杯中搅拌,烧杯中持续通入氮气防止Fe^{2+}被氧化为Fe^{3+},提高Fe_3O_4纯度,向铁盐溶液中路缓慢加入3~5mm吸附材料如活性氧化铝、羟基磷灰石等,使用磁力搅拌器搅拌30分钟,使吸附材料分散均匀,使用水浴恒温磁力搅拌器,将烧杯水浴加热至60-80℃,并维持恒温搅拌,再向烧杯中缓慢加入25%的氨水或1-2mol/L的氢氧化钠溶液,将铁盐溶液PH调节至9~11,使Fe^{3+}/Fe^{2+}共沉淀形成Fe_3O_4磁性纳米颗粒,观察溶液逐渐变为黑色,继续搅拌1-2小时,确保Fe_3O_4磁性纳米颗粒均匀包覆在吸附材料表面,反应结束后,停止搅拌,静置10分钟,让磁性吸附材料自然沉降,使用真空过滤装置滤出磁性吸附材料,再用去离子水洗涤3~5次,直到洗涤液pH约为7,以去除残留氢氧化钠或氨水,将洗涤后的磁性吸附材料置于60~80℃真空干燥箱中干燥12h后,置于马弗炉中于300~400℃低温煅烧2h,降至室温,出料,得到磁性吸附材料。

[0052] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

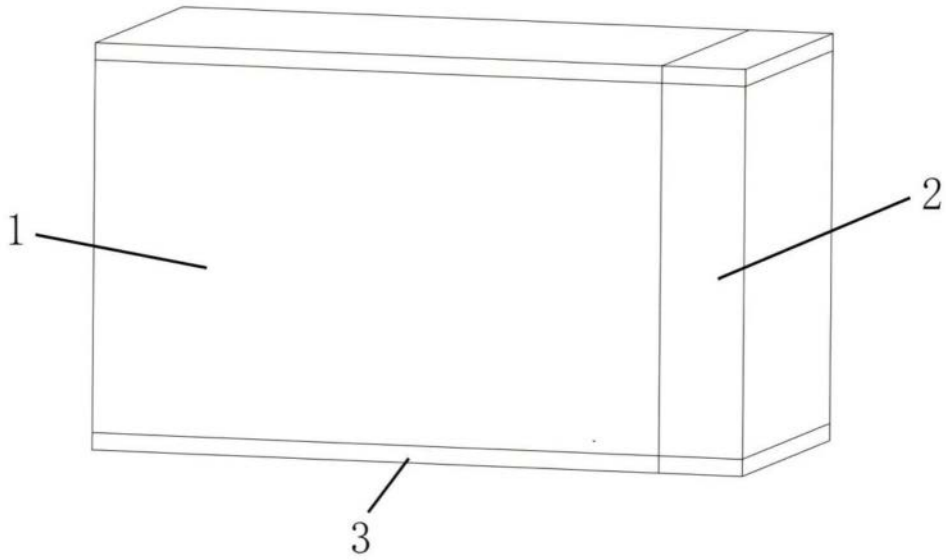

1
2
3

图1

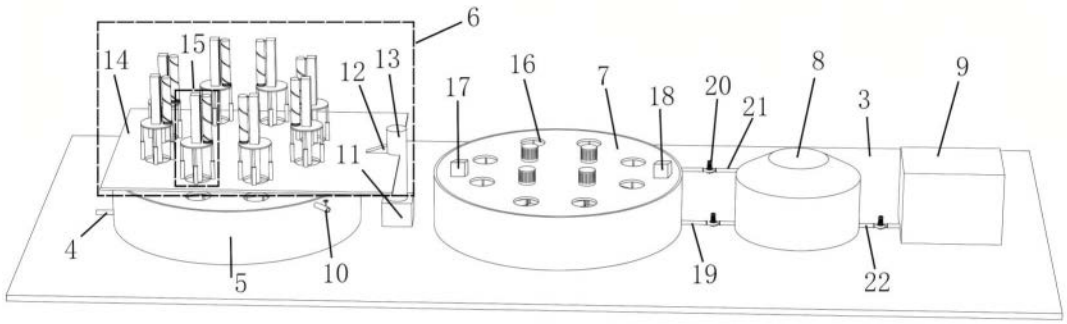

6
14
15
12
13
17
16
7
18
20
21
8
3
9
11
4
5
10
19
22

图2

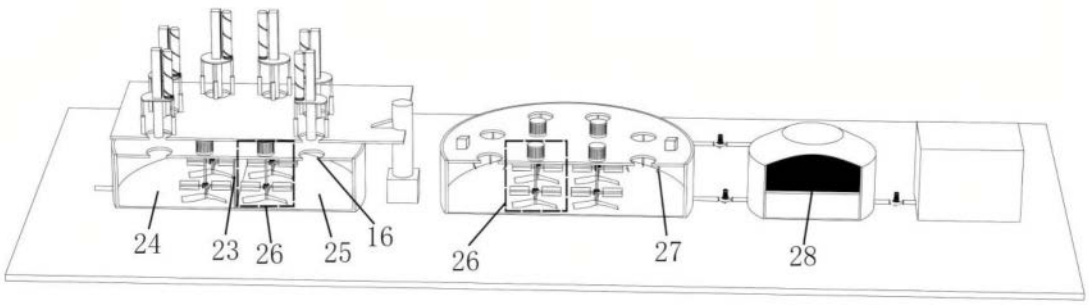

24
23
26
25
16
26
27
28

图3

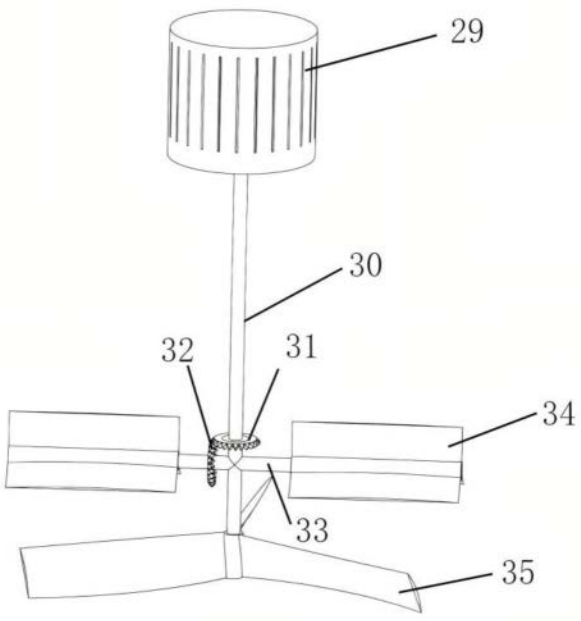


图4

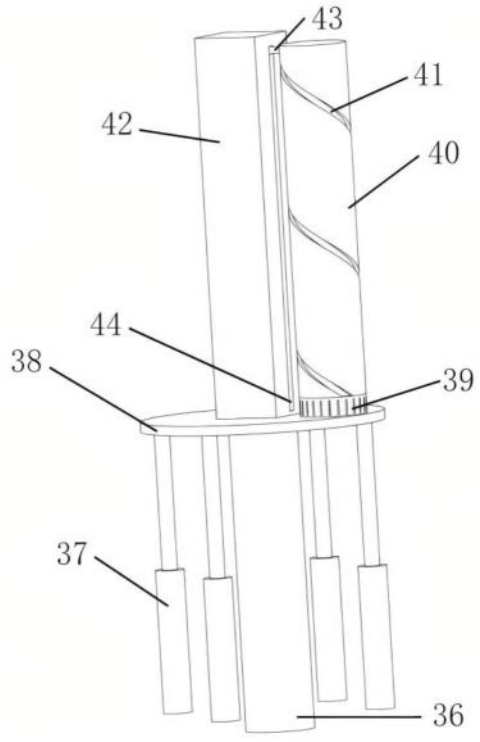


图5

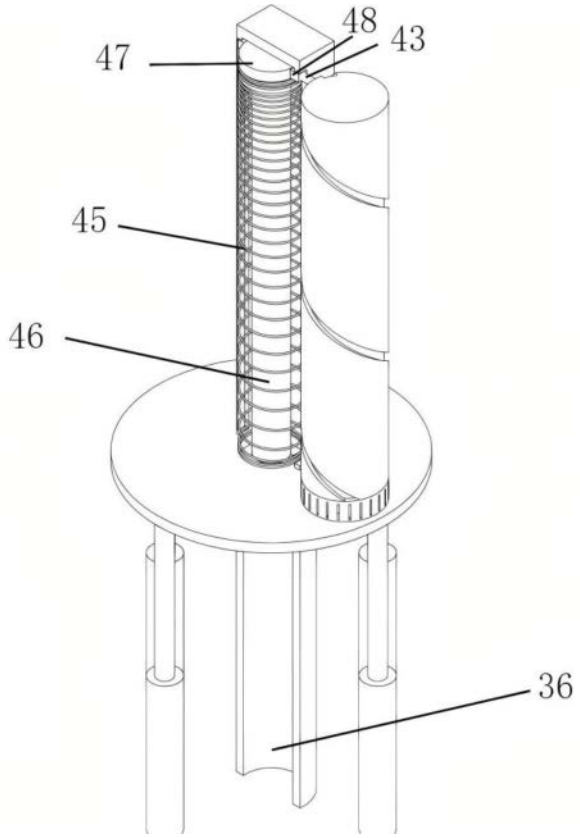


图6

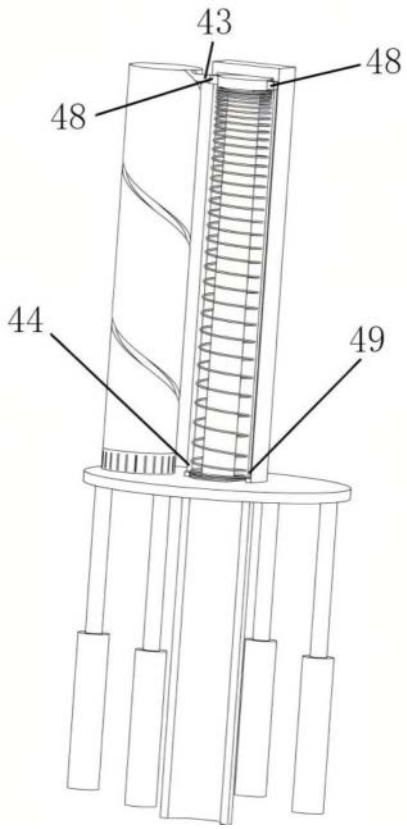


图7

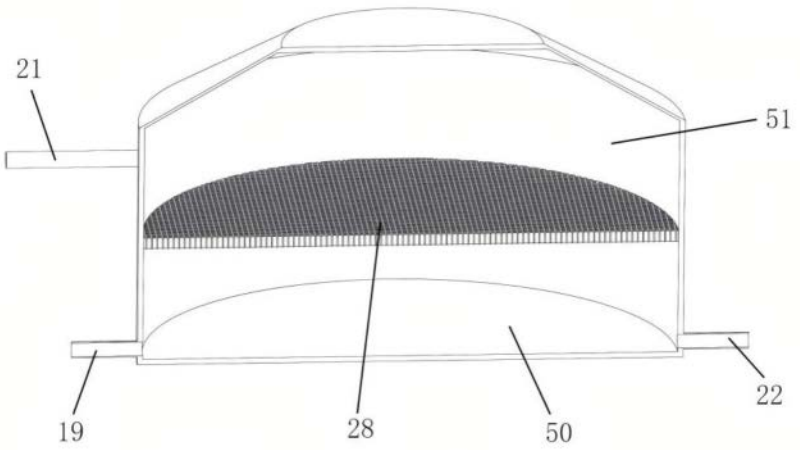


图8