

南京污水处理设备 按图加工设备

产品名称	南京污水处理设备 按图加工设备
公司名称	上海新德瑞环保科技有限公司
价格	23120.00/套
规格参数	品牌:新得瑞 型号:按需定制 产地:江苏常州
公司地址	上海市奉贤区南桥镇西闸公路566号同地址企业99+
联系电话	15061128111 15061128111

产品详情

含氟废水主要来源于氟化工、铝电解、钢铁制造、半导体等行业的生产过程。水体中氟的超标排放对人体和动植物都会造成严重危害。目前，高浓度含氟废水的处理方法主要包括化学沉淀法、絮凝沉淀法等，沉淀产生的污泥含水率高，品质低，难以回用。考虑到萤石等氟资源的紧缺性和重要性，研究人员基于诱导结晶的思路开发出了各种型式的流化床反应器，将废水中的氟以氟化钙的形式回收。

流化床结晶法处理含氟废水的主要影响因素包括反应pH、反应过饱和度、晶种粒径、上升流速等。当废水中氟浓度低于150mg/L时，反应过饱和度较低，有利于氟化钙的诱导结晶回收。然而，工业含氟废水浓度往往高于500mg/L，难以通过降低反应过饱和度保证反应器稳定运行，导致流化床结晶除氟的应用受限。目前，流化床反应器处理高浓度含氟废水的研究报道较为少见。

在前期工作中，笔者所在课题组设计了一种流化床结晶反应器，用于氟化工行业高浓度含氟废水的处理，系统研究了高过饱和度下流化床结晶除氟的可行性以及氟化钙结晶的动力学。

本工作的主要目的是进一步确定该流化床除氟的效率和稳定性。以高浓度模拟含氟废水为处理对象，采用自制小试规模的流化床反应器，考察了连续运行过程中废水氟浓度、废水流量、反应pH、上升流速、钙与氟的摩尔比（记为Ca/F）等因素对流化床不同高度出水口氟浓度的影响，为反应器的设计和优化提供依据。

1、实验部分

1.1 试剂和材料

废水：由氟化钠或氢氟酸与自来水配制而成。沉淀剂：由氯化钙或氢氧化钙与自来水配制。晶种：氟化钙颗粒，粒径范围200~400目。调节反应pH的药剂为氢氧化钠。实验所用试剂均为分析纯。

1.2 反应装置

流化床反应器示意图见图1。

反应器主要由结晶反应区和澄清区构成，废水与沉淀剂从反应器底部径向进入。其中：结晶反应区直径为50mm，高度为800mm；澄清区直径为100mm，高度为750mm。出水口1~4距废水入口的垂直距离分别为100mm、500mm、895mm和1470mm。

1.3 实验流程

预先向反应器中加入250g晶种及自来水，运行过程中同时开启废水泵、沉淀剂泵、回流泵，通过U型压力计监测流化床床层压力差变化，保证晶种处于完全流态化。调节回流流量以改变上升流速，向沉淀剂中加入氢氧化钠以调节反应pH，间隔一定时间分别从反应器出水口1~4取样。取样后离心分离前的水样为出水原液，离心分离后的上清液为出水清液。分别测定出水原液及清液的pH后将水样快速稀释（以防止继续沉淀），测定氟浓度。

沉淀反应时间（ t, s ）是指废水与沉淀剂在流化床中混合接触的时间，不同高度出水口的水样，其对应的沉淀反应时间不同，计算公式如下：

式中： L 为出水口与废水入口的垂直距离， mm ； F 为废水流量、沉淀剂流量和回流流量之和， mm^3/s ； S 为流化床截面积， mm^2 。

2、结果与讨论

2.1 流化床除氟的效率分析

处理对象为氟化钠废水，沉淀剂为氯化钙溶液，沉淀剂钙浓度为0.018~0.050mol/L。基础实验条件为：废水氟质量浓度900mg/L，废水流量17L/h，沉淀剂流量25L/h，回流流量0L/h（上升流速0.0059m/s）， $Ca/F=1.00$ ，反应pH7.0。以此条件为基础，分别改变废水氟浓度、废水流量、反应pH、上升流速（调节回流流量）、 Ca/F ，测得流化床运行时间为6h时各出水口的清液氟浓度，如表1所示。

由表1可见，流化床运行过程，在改变各操作条件的情况下，各出水口间出水清液氟浓度的标准偏差均较小，可以认为各出水口出水清液的氟浓度基本相当。说明流化床底部进水到达出水口1时，废水与沉淀剂的沉淀反应已基本完成，根据式（1）计算得到出水口1的沉淀反应时间为30.7s，说明氯化钙的沉淀反应在30.7s内即可完成，氟离子可被快速去除。沉淀反应时间的确定，可以为流化床反应器中反应区的设计和优化提供参考。

由表1还可见，在废水氟质量浓度为500~1400mg/L、废水流量为11~23L/h、反应pH为7.0~9.0、上升流速为0.0059~0.0130m/s、 Ca/F 为0.85~1.00的条件下，流化床除氟效率较高，出水清液氟浓度基本保持在10mg/L以下，达到《污水综合排放标准》（GB8978—1996）中排放限值的要求。

对出水口4的清液与原液氟浓度进行了对比，如图2所示，可见各组实验中出水原液的氟浓度均显著高于出水清液，这可能由于出水浊度的增大（细小颗粒沉淀物增多）造成的。

采用日本电子JSM6360型扫描电子显微镜对出水口4原液中的沉淀物（实验序号2）进行了分析，如图3所示，溢出的沉淀物基本是粒径小于 $2\mu m$ 的细小颗粒。细颗粒的带出速率小于流化床的上升流速，因而随水流从流化床中溢出，造成出水浊度增大。同时，细颗粒氯化钙的溶解度较大，导致出水氟浓度增大。要保证出水氟浓度达到排放要求，应尽量消除其中的细颗粒沉淀物。在反应器的设计和运行过程中，可以通过适当扩大流化床上部澄清区的直径、增大流化床回流流量（降低反应过饱和度）、增加流化床中

晶种的固含量来减少细颗粒沉淀物的产生或溢出，保证流化床沉淀除氟的效率。

2.2 流化床除氟的稳定性分析

处理对象为氟化钠废水，沉淀剂为氯化钙溶液，基础实验条件参照2.1节。出水清液氟浓度随运行时间的变化，体现了流化床沉淀除氟效果的稳定性。改变废水氟浓度、废水流量、反应pH、上升流速、Ca/F，测得不同运行时间时出水口4的清液氟浓度，如表2所示。由表2可见，Ca/F>0.65时，随着运行时间的增加，出水清液氟浓度基本可以控制在10mg/L以下，其他操作条件对出水清液氟浓度的影响不大。