(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 110745910 A
(43)申请公布日 2020.02.04

(21)申请号 201911259458.8

(22)申请日 2019.12.10

(71)申请人 南京钛净流体技术有限公司
地址 211801 江苏省南京市浦口区永宁工业集中区202-98号

(72)发明人 唐礼升 王志高 程晋伟

(74)专利代理机构 南京中律知识产权代理事务所(普通合伙) 32341
代理人 李建芳

(51)Int.Cl.
*C02F 1/44*(2006.01)
*B01D 65/02*(2006.01)
*C02F 103/10*(2006.01)

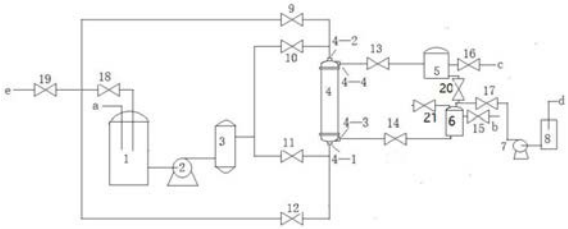
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种蜂窝陶瓷膜过滤方法及过滤装置

(57)摘要

本发明公开了一种蜂窝陶瓷膜过滤方法及过滤装置，蜂窝陶瓷膜过滤方法，待处理液通过双向周期性变换的进料方式进入蜂窝陶瓷膜组件过滤；过滤时实现周期性反冲、并配以相同频率的周期性正冲。本发明采用双向脉动进料，有利于充分利用周期性的方向转换带来的湍流而降低膜污染，同时充分利用了进出口端部分污染较轻的膜面积，以维持较高的膜通量运行；采用周期性的溶气的混合液反冲，充分发挥了陶瓷膜曝气头和溶气原理，产生纳米级别的气泡和液体混合液进行反冲，加强了反冲效果，无需反洗泵，节省能量；反冲工艺的同时进行同频率的周期性正冲，而且采用液体作为正冲介质，可及时地将反冲下来的污染物带出系统外，能瞬时在线恢复通量。



CN 110745910 A

1.一种蜂窝陶瓷膜过滤方法，其特征在于：待处理液通过双向周期性变换的进料方式进入蜂窝陶瓷膜组件过滤；过滤时实现周期性反冲、并配以相同频率的周期性正冲。

2.如权利要求1所述的蜂窝陶瓷膜过滤方法，其特征在于：周期性反冲以溶气的混合液为介质；周期性正冲以液体为介质。

3.如权利要求2所述的蜂窝陶瓷膜过滤方法，其特征在于：周期性反冲所用的溶气的混合液是将压力为0.3～0.5MPa的气体通过孔径为20～100nm陶瓷膜曝气后形成的反冲介质；周期性反冲所用液体为从蜂窝陶瓷膜组件流出的清液；周期性液体正冲以待处理液为介质。

4.如权利要求1-3任意一项所述的蜂窝陶瓷膜过滤方法，其特征在于：向周期性反冲所用液体中加入清洗剂。

5.如权利要求1-3任意一项所述的蜂窝陶瓷膜过滤方法，其特征在于：当蜂窝陶瓷膜组件的进口压力上升量大于进口压力的0.5倍，或当蜂窝陶瓷膜组件的膜通量下降量大于20％，进行反冲和正冲。

6.如权利要求1-3任意一项所述的蜂窝陶瓷膜过滤方法，其特征在于：待处理液先经粗过滤器过滤后，再用泵打入蜂窝陶瓷膜组件中，采用微错流或死端过滤；粗过滤器的过滤精度在30目以下。

7.如权利要求1-3任意一项所述的蜂窝陶瓷膜过滤方法，其特征在于：当蜂窝陶瓷膜组件的进口压力上升量大于进口压力的1～2倍，或蜂窝陶瓷膜组件的膜通量下降量大于设定值的50％～1倍，进行化学清洗再生。

8.一种蜂窝陶瓷膜过滤装置，其特征在于：包括原液槽、供料泵、粗过滤器、浓液回流总管、蜂窝陶瓷膜组件、反冲液槽、溶气罐和反冲气源；

陶瓷膜组件的顶部设有上进出料口和上清液口，陶瓷膜组件的底部设有下进出料口和反冲进口；

原液槽、供料泵和粗过滤器的进口通过管路依次连通；粗过滤器的出口连接有进料管，进料管分支为上进料管和下进料管，上进料管与陶瓷膜组件的上进出料口连通，上进料管上设有第一进料阀，下进料管与陶瓷膜组件的下进出料口连通，下进料管上设有第二进料阀；

浓液回流总管一端从原液槽顶部伸入原液槽内，浓液回流管另一端分支为第一浓液回流管、第二浓液回流管和浓液排污管，第一浓液回流管与陶瓷膜组件的上进出料口连通，第一浓液回流管上设有第一浓液回流阀：第二浓液回流管与陶瓷膜组件的下进出料口连通，第二浓液回流管上设有第二浓液回流阀：浓液排污管上设有排污阀；分支前的浓液回流总管上设有浓液回流总阀；

陶瓷膜组件的上清液口、反冲液槽、溶气罐和陶瓷膜组件的反冲进口通过管路依次连通，陶瓷膜组件的上清液口和反冲液槽之间的管路上设有清液控制阀，反冲液槽与溶气罐之间的管路上设有充液阀，溶气罐和陶瓷膜组件的反冲进口之间的管路上设有反冲进液阀，反冲气源通过管路与溶气罐内的陶瓷膜曝气装置进口相连，溶气罐的出口与陶瓷膜组件的反冲进口连通，反冲气源与溶气罐内的陶瓷膜曝气装置之间设有反冲进气阀，溶气罐上还设有排空阀；

反冲液槽上设有清液输出管，清液输出管上设有清液排出阀。

9.如权利要求8所述的蜂窝陶瓷膜过滤装置，其特征在于：还包括加药箱和加药泵，加药箱、加药泵和溶气罐通过管路依次连接，加药泵和溶气罐之间的管路上设有加药控制阀；蜂窝陶瓷膜组件有一个，或蜂窝陶瓷膜组件有并联的两个以上，当蜂窝陶瓷膜组件有并联的两个以上时，所有的上进出料口汇集形成总上进出料口，所有的上清液口汇集形成总上清液口，所有的下进出料口汇集形成总下进出料口，所有的反冲进口汇集形成总反冲进口。

10.利用权利8或9所述的蜂窝陶瓷膜过滤装置处理污水的方法，其特征在于：待处理液的过滤：待处理液进入原液槽后，经过供料泵输送到粗过滤器，进行预过滤后，通过第一进料阀和第二进料阀周期性切换，对蜂窝陶瓷膜组件进行双向周期性变换的进料；当为死端过滤时，清液由蜂窝陶瓷膜组件的上清液口流出，先进入反冲液槽，再通过控制清液排出阀排出，而进入反冲槽里的清液经过充液阀充入溶气罐，当溶气罐达到指定液位后充液阀关闭；当为微错流过滤时，清液的走向与死端过滤相同，浓液的走向为：当预过滤后的物料从上进出料口进入时，第一浓液回流阀关闭、第二浓液回流阀打开，浓液从蜂窝陶瓷膜组件的下进出料口流出、经过浓液回流总阀回流到原水罐中；当预过滤后的物料从下进出料口进入时，第二浓液回流阀关闭、第一浓液回流阀打开，浓液从蜂窝陶瓷膜组件的上进出料口流出、经过浓液回流总阀回流到原水罐中；

待处理液过滤时，实现周期性反冲、并配以相同频率的周期性正冲：当蜂窝陶瓷膜组件的进口压力上升量大于0.5倍，或当蜂窝陶瓷膜组件的膜通量下降量大于20％，同时进行反冲和正冲；反冲：供料泵不停，先关闭清液控制阀、清液排出阀、溶气罐的排空阀以及充液阀，开启反冲进气阀，保持进气压力为0.3～0.5MPa、10～15秒，然后延时10～15秒打开反冲进液阀，反冲结束后，关闭反冲进气阀和反冲进液阀，打开清液控制阀、清液排出阀、溶气罐排空阀以及充液阀，恢复正常过滤；正冲：在反冲同时，供料泵不停，关闭浓液回流总阀，打开排污阀，让反冲下来的膜污染物经过排污阀排出至污水槽，正冲结束后，再打开浓液回流总阀，同时关闭排污阀，恢复正常过滤。

# 一种蜂窝陶瓷膜过滤方法及过滤装置

## 技术领域

[0001] 本发明涉及一种蜂窝陶瓷膜过滤方法及过滤装置，属于陶瓷膜应用领域。

## 背景技术

[0002] 蜂窝陶瓷膜(PCR膜)与多通道陶瓷膜一样，也是以氧化铝、氧化钛、氧化锆和氧化硅等无机陶瓷材料在高温条件下烧结而成，具有管式多通道陶瓷膜相似结构，也具有多通道陶瓷膜的化学稳定性和机械强度，但由于其具有比多通道陶瓷膜单位体积内密集得多的通道分布，因而具有比多通道陶瓷膜单位体积内膜面积更高的优势，即单位体积内膜的填装面积更高。高的填装面积不仅使得陶瓷膜设备处理规模提高、占地面积更小，而且使得陶瓷膜的处理成本降低，投资成本更占优势。

[0003] 正是由于蜂窝陶瓷膜具有上述的优势，使得它应用于水处理、尤其应用于净水处理成为可能。目前蜂窝陶瓷膜主要还局限在膜元件和组件的研究上，例如:CN102172477A给出了一种组合式蜂窝陶瓷膜过滤元件的制造方法，这种蜂窝陶瓷膜具有较高的渗透通量和单位体积内的高的填装面积，并且构型和制备工艺简单;CN204799114U给出了一种用在净水制造方面的蜂窝陶瓷膜组件，但是这种组件还只是仅仅能够用于家庭用水的过滤应用上;CN208943852U给出了另外一种管式蜂窝陶瓷膜组件，这种蜂窝陶瓷膜组件便于安装和维护以及清洗。所有这是还只是在膜元件和组件上的研究，缺乏对蜂窝陶瓷膜具体应用的深入研究与改进。

## 发明内容

[0004] 本发明提供一种蜂窝陶瓷膜过滤方法及过滤装置，根据蜂窝陶瓷膜过滤过程中的污染机理，充分利用陶瓷膜的强度高、化学稳定性好、孔径分布窄等优势，在现有终端或微错流过滤工艺基础上，创新性地使用从膜两端脉动进料、溶气混合液频繁反冲以及过程中同时伴以同频率的液体正冲等方案，极大地降低了过滤过程中形成的膜污染，延长了膜清洗周期，提高了通量。

[0005] 为解决上述技术问题，本发明所采用的技术方案如下：

[0006] 一种蜂窝陶瓷膜过滤方法，待处理液通过双向周期性变换的进料方式进入蜂窝陶瓷膜组件过滤;过滤时实现周期性反冲、并配以相同频率的周期性正冲。

[0007] 本申请从降低蜂窝陶瓷膜过滤过程中膜污染入手，通过采用双向脉动进料的方式，辅以溶气的混合液进行反冲，同时进行同频率地液体正冲，极大地降低了膜污染，提高了通量。

[0008] 为了进一步降低膜污染，周期性反冲以溶气的混合液为介质;周期性正冲以液体为介质。

[0009] 为了提高反冲效果，周期性反冲所用的溶气的混合液是将压力为0.3～0.5MPa的气体通过孔径为20～100nm陶瓷膜曝气后形成的反冲介质。

[0010] 为了进一步降低膜污染，同时降低能耗，加强物料的循环利用，周期性反冲所用液

体为从蜂窝陶瓷膜组件流出的清液;周期性液体正冲以待处理液为介质。

[0011] 当膜的污染较重,采用溶气混合液反冲效果仍不理想时,可向周期性反冲所用液体中加入0.5～5%w/w清洗剂。%w/w为清洗剂相对于周期性反冲所用液体的质量百分比。清洗剂可以为氯酸钠,氢氧化钠,盐酸,硝酸等中一种或多种。

[0012] 为了兼顾过滤效率和膜寿命,当蜂窝陶瓷膜组件的进口压力上升量大于0.5倍,或当蜂窝陶瓷膜组件的膜通量下降量大于20%,进行反冲和正冲。

[0013] 为了进一步保障过滤效果,反冲和正冲的时间以蜂窝陶瓷膜通量恢复到原始通量的93%以上为准。

[0014] 为了进一步降低膜污染,待处理液先经粗过滤器过滤后,再用泵打入蜂窝陶瓷膜组件中,采用微错流或死端过滤。

[0015] 为了兼顾过滤效率和膜寿命,粗过滤器的过滤精度在30目以下。

[0016] 为了保证过滤效果,同时提高膜寿命,当蜂窝陶瓷膜组件的进口压力上升量大于1～2倍,或蜂窝陶瓷膜组件的膜通量下降量大于50%～1倍时,进行化学清洗再生。化学清洗再生:将陶瓷膜组件的浓液侧和清液侧分别用去离子水冲干净后,加入0.5～5%w/w清洗药剂(如次氯酸钠,氢氧化钠,盐酸,硝酸等中的一种或两种以上)进行错流清洗和浸泡,再生过后的陶瓷膜组件再次用去离子水进行冲洗到pH为中性;然后将清洗再生好的膜组件在与膜过滤前初始通量检测相同条件下进行检测,对比两者的数据,以确保蜂窝陶瓷膜是否被完全清洗再生出来,一般,当膜通量恢复率在90%以上则视为完成再生。

[0017] 一种蜂窝陶瓷膜过滤装置,包括原液槽、供料泵、粗过滤器、浓液回流总管、蜂窝陶瓷膜组件、反冲液槽、溶气罐和反冲气源;

[0018] 陶瓷膜组件的顶部设有上进出料口和上清液口,陶瓷膜组件的底部设有下进出料口和反冲进口;

[0019] 原液槽、供料泵和粗过滤器的进口通过管路依次连通;粗过滤器的出口连接有进料管,进料管分支为上进料管和下进料管(也即进料管一端与粗过滤器的出口连通、另一端分支为上进料管和下进料管),上进料管与陶瓷膜组件的上进出料口连通,上进料管上设有第一进料阀,下进料管与陶瓷膜组件的下进出料口连通,下进料管上设有第二进料阀;

[0020] 浓液回流总管一端从原液槽顶部伸入原液槽内,浓液回流管另一端分支为第一浓液回流管、第二浓液回流管和浓液排污管,第一浓液回流管与陶瓷膜组件的上进出料口连通,第一浓液回流管上设有第一浓液回流阀:第二浓液回流管与陶瓷膜组件的下进出料口连通,第二浓液回流管上设有第二浓液回流阀:浓液排污管可通向污水槽等以进行进一步处理,浓液排污管上设有排污阀;分支前的浓液回流总管上设有浓液回流总阀;

[0021] 陶瓷膜组件的上清液口、反冲液槽、溶气罐和陶瓷膜组件的反冲进口通过管路依次连通,陶瓷膜组件的上清液口和反冲液槽之间的管路上设有清液控制阀,反冲液槽与溶气罐之间的管路上设有充液阀,溶气罐和陶瓷膜组件的反冲进口之间的管路上设有反冲进液阀,反冲气源通过管路与溶气罐内的陶瓷膜曝气装置进口相连,经陶瓷膜曝气后,以直径为20～100nm的小气泡均匀分布于溶气罐里,溶气罐的出口与陶瓷膜组件的反冲进口连通,反冲气源与溶气罐内的陶瓷膜曝气装置之间设有反冲进气阀,溶气罐上还设有排空阀;

[0022] 反冲液槽上设有清液输出管,清液输出管上设有清液排出阀。清液输出管可连到清液槽或连到其他管网直接利用。

[0023] 为了提高反冲效果，上述蜂窝陶瓷膜过滤装置还包括加药箱和加药泵，加药箱、加药泵和溶气罐通过管路依次连接，加药泵和溶气罐之间的管路上设有加药控制阀。当膜的污染较重，采用溶气混合液反冲效果仍不理想时，可在反冲时，在反冲泵的入口依次打开加药泵和加药阀，在反冲液中加入化学试剂进行反冲。例如可向周期性反冲所用液体中加入0.5～5％w/w清洗剂。％w/w为清洗剂相对于周期性反冲所用液体的质量百分比。清洗剂可以为氯酸钠，氢氧化钠，盐酸，硝酸等中一种或多种。

[0024] 本申请可根据需要在各部件和各管路上增设仪表、阀门等。

[0025] 本申请膜组件为管式，有两个进(出)口和两个清液出口；蜂窝陶瓷膜组件呈竖直排列。

[0026] 蜂窝陶瓷膜组件有一个，或蜂窝陶瓷膜组件有并联的两个以上，具体可根据水的处理量等来选择。当蜂窝陶瓷膜组件有并联的两个以上时，所有的上进出料口汇集形成总上进出料口，所有的上清液口汇集形成总上清液口，所有的下进出料口汇集形成总下进出料口，所有的反冲进口汇集形成总反冲进口。

[0027] 利用上述蜂窝陶瓷膜过滤装置处理污水的方法，待处理液的过滤：待处理液进入原液槽后，经过供料泵输送到粗过滤器，进行预过滤后，通过第一进料阀和第二进料阀周期性切换，对蜂窝陶瓷膜组件进行双向周期性变换的进料；当为死端过滤时，清液由蜂窝陶瓷膜组件的上清液口流出，先进入反冲液槽，再通过控制清液排出阀排至清液槽或直接用于管网等，而进入反冲槽里的清液经过充液阀充入溶气罐，当溶气罐达到指定液位后充液阀关闭；当为微错流过滤时，清液的走向与死端过滤相同，浓液的走向为：当预过滤后的物料从上进出料口进入时，第一浓液回流阀关闭、第二浓液回流阀打开，浓液从蜂窝陶瓷膜组件的下进出料口流出、经过浓液回流总阀回流到原水罐中；当预过滤后的物料从下进出料口进入时，第二浓液回流阀关闭、第一浓液回流阀打开，浓液从蜂窝陶瓷膜组件的上进出料口流出、经过浓液回流总阀回流到原水罐中；

[0028] 待处理液过滤时，实现周期性反冲、并配以相同频率的周期性正冲：当蜂窝陶瓷膜组件的进口压力上升量大于0.5倍，或当蜂窝陶瓷膜组件的膜通量下降量大于20％，同时进行反冲和正冲。反冲：供料泵不停，先关闭清液控制阀、清液排出阀、溶气罐排空阀以及充液阀，开启反冲进气阀，保持压力为0.3～0.5MPa 10～15秒，然后延时10～15秒打开反冲进液阀，反冲结束后，关闭反冲进气阀和反冲进液阀，打开清液控制阀、清液排出阀、溶气罐排空阀以及充液阀，恢复正常过滤；正冲：在反冲同时，供料泵不停，关闭浓液回流总阀，打开排污阀，让反冲下来的膜污染物经过排污阀排出至污水槽，正冲结束后，再打开浓液回流总阀，同时关闭排污阀，恢复正常过滤。

[0029] 为了提高过滤效率，上述反冲和正冲时间以蜂窝陶瓷膜通量恢复到原始通量的93％以上为准。

[0030] 上述溶气罐达到指定液位后充液阀关闭，这时溶气罐内的液体不小于一次反冲所需的量。

[0031] 本申请上下、左右、顶部、底部、水平、竖直等方位词，均指装置正常使用的相对位置。

[0032] 本申请各阀门及各装置的开关、启停等控制可根据现有的自动化控制技术，实现自动控制。

[0033] 本发明未提及的技术均参照现有技术，例如参考徐南平等著的《无机膜分离技术与应用》(化学工业出版社，2003)等。

[0034] 本发明蜂窝陶瓷膜过滤方法，从降低蜂窝陶瓷膜过滤过程中膜污染入手，通过采用双向脉动进料的方式，辅以溶气混合液进行反冲，同时进行同频率地液体正冲，极大地降低了膜污染，提高了通量；具有明显的先进性，与多通道管式陶瓷膜和中空纤维有机膜过滤工艺相比，具有如下的优越性：

[0035] 1、本申请提供了一种填装面积高的陶瓷膜过滤方法，填装面积高意味着单位体积内处理量大，与多通道陶瓷膜相比，投资成本得到大幅度的降低，再加上微错流或死端过滤的方式，能耗和处理成本也得到很大程度的降低，使得陶瓷膜用于净水处理方面的竞争力得到提高，并成为可能；

[0036] 2、本申请采用双向脉动进料，有利于充分利用周期性的方向转换带来的湍流而降低膜污染，同时充分利用了进出口端部分污染较轻的膜面积，以维持较高的膜通量运行；

[0037] 3、本申请采用周期性的溶气混合液反冲，巧妙地将溶气原理应用到蜂窝陶瓷膜反冲工艺中，利用纳米级别的陶瓷膜充当曝气头，使得反冲介质—溶气混合液里气体既分布均匀，去除灰尘等杂质，气泡又小于或等于膜孔径，加强了对由膜孔堵塞和膜面沉积所造成的污染均得到有效的去除反冲效果，又利用了溶气罐里的压力作为反冲动力；与中空纤维有机膜仅仅用液体的反冲相比，不仅反冲效果好，没有了有机膜易断丝和不耐腐蚀的缺陷，而且不需要反冲泵为动力，节省了能量；

[0038] 4、本申请在反冲工艺的同时进行同频率的周期性正冲，而且采用液体作为正冲介质，不仅及时地将反冲下来的污染物带出系统外，而且用液体可以比气体更有效地冲走膜面上的污染物，能瞬时在线恢复通量，同样对蜂窝陶瓷膜的高通量运行起促进作用。

## 附图说明

[0039] 图1为本发明蜂窝陶瓷膜过滤装置结构示意图；

[0040] 图中，1、原液槽；2、供料泵；3、粗过滤器；4、蜂窝陶瓷膜组件；4—1、下进出料口；4—2、上进出料口；4—3、反冲进口；4—4、上清液口；5、反冲液槽；6、溶气罐；7、加药泵；8、加药箱；9、第一浓液回流阀；12第二浓液回流阀；10、第一进料阀；11第二进料阀；13、清液控制阀；14、反冲进液阀；15、反冲进气阀；16、清液排出阀；17、加药控制阀；18、浓液回流总阀；19、排污阀；20、充液阀；21、溶气罐排空阀；a、原液(待处理液)；b、反冲气源；c、清液；d、药剂；e、污水。

## 具体实施方式

[0041] 为了更好地理解本发明，下面结合实施例进一步阐明本发明的内容，但本发明的内容不仅仅局限于下面的实施例。

[0042] 如图1所示，一种蜂窝陶瓷膜过滤装置，包括原液槽、供料泵、粗过滤器、浓液回流总管、蜂窝陶瓷膜组件、反冲液槽、溶气罐和反冲气源；

[0043] 陶瓷膜组件的顶部设有上进出料口和上清液口，陶瓷膜组件的底部设有下进出料口和反冲进口；

[0044] 原液槽、供料泵和粗过滤器的进口通过管路依次连通；粗过滤器的出口连接有进

料管，进料管分支为上进料管和下进料管，上进料管与陶瓷膜组件的上进出料口连通，上进料管上设有第一进料阀，下进料管与陶瓷膜组件的下进出料口连通，下进料管上设有第二进料阀；

[0045] 浓液回流总管一端从原液槽顶部伸入原液槽内，浓液回流管另一端分支为第一浓液回流管、第二浓液回流管和浓液排污管，第一浓液回流管与陶瓷膜组件的上进出料口连通，第一浓液回流管上设有第一浓液回流阀：第二浓液回流管与陶瓷膜组件的下进出料口连通，第二浓液回流管上设有第二浓液回流阀：浓液排污管上设有排污阀；分支前的浓液回流总管上设有浓液回流总阀；

[0046] 陶瓷膜组件的上清液口、反冲液槽、溶气罐和陶瓷膜组件的反冲进口通过管路依次连通，陶瓷膜组件的上清液口和反冲液槽之间的管路上设有清液控制阀，反冲液槽与溶气罐之间的管路上设有充液阀，溶气罐和陶瓷膜组件的反冲进口之间的管路上设有反冲进液阀，反冲气源通过管路与溶气罐内的陶瓷膜曝气装置进口相连，经陶瓷膜曝气后，以直径为20～100nm的小气泡均匀分布于溶气罐里，溶气罐的出口与陶瓷膜组件的反冲进口连通，反冲气源与溶气罐内的陶瓷膜曝气装置之间设有反冲进气阀，溶气罐上还设有排空阀；

[0047] 反冲液槽上设有清液输出管，清液输出管上设有清液排出阀。

[0048] 为了提高反冲效果，上述蜂窝陶瓷膜过滤装置还包括加药箱和加药泵，加药箱、加药泵和溶气罐通过管路依次连接，加药泵和溶气罐之间的管路上设有加药控制阀。当膜的污染较重，采用溶气混合液反冲效果仍不理想时，可在反冲时，在反冲泵的入口依次打开加药泵和加药阀，在反冲液中加入化学试剂进行反冲。

[0049] 蜂窝陶瓷膜组件有一个，或蜂窝陶瓷膜组件有并联的两个以上，具体可根据水的处理量等来选择。当蜂窝陶瓷膜组件有并联的两个以上时，所有的上进出料口汇集形成总上进出料口，所有的上清液口汇集形成总上清液口，所有的下进出料口汇集形成总下进出料口，所有的反冲进口汇集形成总反冲进口。

[0050] 利用上述蜂窝陶瓷膜过滤装置处理煤炭矿井水的方法，矿井水的过滤：矿井水进入原液槽后，经过供料泵输送到粗过滤器，进行预过滤后，通过第一进料阀和第二进料阀周期性切换，对蜂窝陶瓷膜组件进行双向周期性变换的进料，其中，粗过滤器的过滤精度在30目；当为死端过滤时，清液由蜂窝陶瓷膜组件的上清液口流出，先进入反冲液槽，再通过控制清液排出阀排至清液槽，而进入反冲槽里的清液经过充液阀充入溶气罐，到一定液位后充液阀自动关闭；当为微错流过滤时，清液的走向与死端过滤相同，浓液的走向为：当预过滤后的物料从上进出料口进入时，第一浓液回流阀关闭、第二浓液回流阀打开，浓液从蜂窝陶瓷膜组件的下进出料口流出、经过浓液回流总阀回流到原水罐中；当预过滤后的物料从下进出料口进入时，第二浓液回流阀关闭、第一浓液回流阀打开，浓液从蜂窝陶瓷膜组件的上进出料口流出、经过浓液回流总阀回流到原水罐中；

[0051] 矿井水过滤时，实现周期性反冲、并配以相同频率的周期性正冲：当蜂窝陶瓷膜组件的进口压力上升量大于1倍，或当蜂窝陶瓷膜组件的膜通量下降量大于20％，同时进行反冲和正冲：反冲：供料泵不停，先关闭清液控制阀、清液排出阀、溶气罐排空阀以及充液阀，开启反冲进气阀，保持压力为0.3～0.5MPa 10～15秒，延时10～15秒打开反冲进液阀，进行反冲10秒钟，反冲结束后，关闭反冲进气阀和反冲进液阀，打开清液控制阀、清液排出阀、溶气罐排空阀以及充液阀，恢复正常过滤；正冲：在反冲同时，供料泵不停，关闭浓液回流总

阀，打开排污阀，让反冲下来的膜污染物经过排污阀排出至污水槽，正冲结束后，再打开浓液回流总阀，同时关闭排污阀，恢复正常过滤。反冲和正冲时间以蜂窝陶瓷膜通量恢复到原始通量的93％以上为准。

[0052] 当蜂窝陶瓷膜组件的进口压力由0.1MPa上升到0.2MP，或蜂窝陶瓷膜组件的膜通量由200L/$m^2$.h下降到100L/$m^2$.h，进行化学清洗再生。化学清洗再生：将陶瓷膜组件的浓液侧和清液侧分别用去离子水冲干净后，加入清洗药剂(1％NaOH和0.5％HNO3)进行错流清洗0.5h和浸泡0.5h，再生过后的陶瓷膜组件再次用去离子水进行冲洗到pH为中性；然后将清洗再生好的膜组件在与膜过滤前初始通量检测相同条件下进行检测，对比两者的数据，以确保蜂窝陶瓷膜是否被完全清洗再生出来，当膜通量恢复率达到90％以上完成再生。

[0053] 上述蜂窝陶瓷膜过滤装置与现有有机超滤膜(对比例1)和管式陶瓷膜设备(对比例2)的性能比较如表1所示。

[0054] 表1 2400$m^3$/d矿井水处理效果对照表

[0055]

| | 对比例 1<br>有机超滤膜 | 对比例 2<br>管式陶瓷膜设备 | 本申请<br>蜂窝陶瓷膜过滤装置 |
|---|---|---|---|
| 材质 | PVC PVDF | 99%三氧化二铝 | 99%三氧化二铝 |
| 强度 | 易断丝 | 绝不会断丝 | 绝不会断丝 |
| 絮凝剂和助凝剂 | 需要长期投加絮凝剂 助凝剂 | 无需絮凝剂和助凝剂 | 无需絮凝剂和助凝剂 |
| 预处理工艺 | 复杂，流程长 | 简单沉降预处理 | 粗过滤器 |
| 出水通量 | 40L/$m^2$.hr | 300L/$m^2$.h r | 200L/$m^2$.hr |
| 反冲频率 | 10min | 20~30min | 60min |
| 清洗周期 | 1 个月 | 3~5 天 | 1 个月 |
| 设备投资 | 60 万人民币 | 266 万人民币 | 100 万人民币 |
| 能耗 | 0.2 元/$m^3$ 水 | 2.28 元/$m^3$ 水 | 0.25 元/$m^3$ 水 |
| 寿命 | 0.5~1 年 | 3~5 年 | 5 年以上 |

[0056]

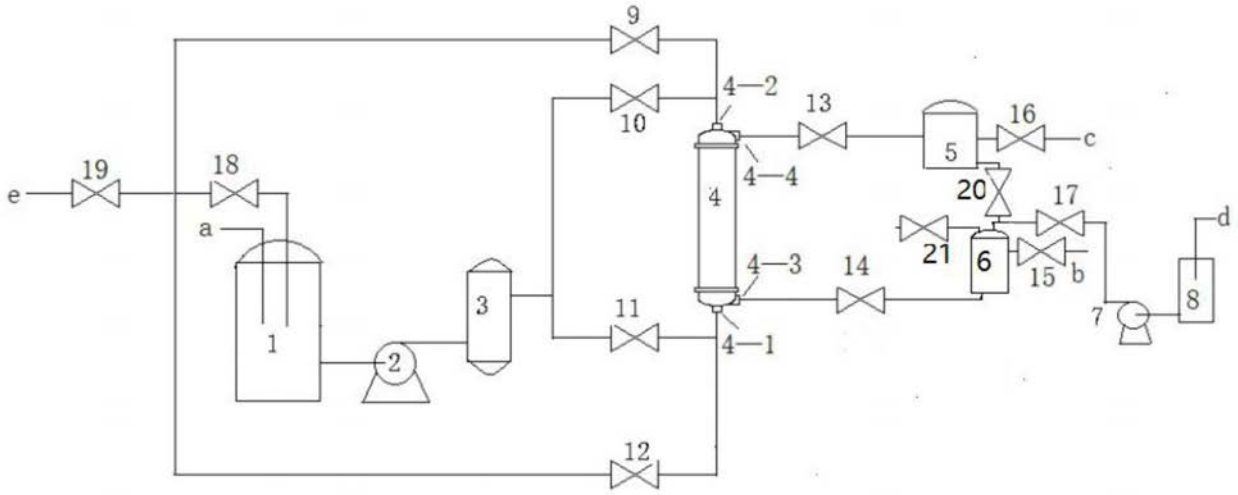



图1