



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117695855 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 15

(21) 申请号 202311550464.5

(22) 申请日 2023.11.21

(71) 申请人 河海大学

地址 211106 江苏省南京市江宁区佛城西路8号

申请人 江苏长江水务股份有限公司

(72) 发明人 林涛 莫嘉晨 颜勇 陶辉

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

专利代理师 钱玲玲

(51) Int. Cl.

B01D 65/02 (2006.01)

B01D 61/00 (2006.01)

G02F 1/44 (2023.01)

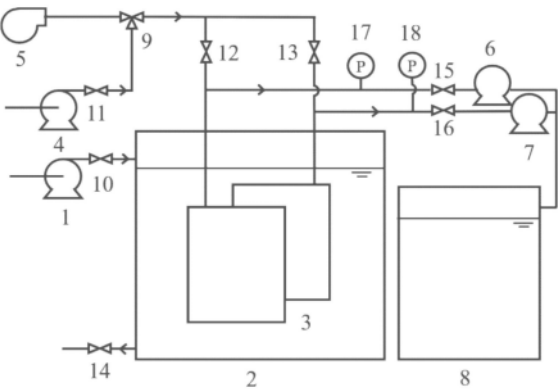
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种陶瓷膜系统及清洗方法

(57) 摘要

本发明公开了一种陶瓷膜系统及清洗方法，该系统包括反冲洗进水泵、臭氧发生器，及顺次连接的原水进水泵、膜池和产水箱，膜池内安装有若干组陶瓷膜组件，每组陶瓷膜组件由偶数块平板陶瓷膜片组成；陶瓷膜组件通过管路分别与反冲洗进水泵和臭氧发生器连接；陶瓷膜组件的出水口通过设置带有抽吸泵的管路与产水箱连接，解决陶瓷膜清洗效率低，影响正常生产的问题。



1. 一种陶瓷膜系统,其特征在于,包括反冲洗进水泵、臭氧发生器,以及顺次连接的原水进水泵、膜池和产水箱,所述膜池内安装有若干组陶瓷膜组件,每组陶瓷膜组件由偶数块平板陶瓷膜片组成;

所述陶瓷膜组件通过管路分别与反冲洗进水泵和臭氧发生器连接;所述陶瓷膜组件的出水口通过设置带有抽吸泵的管路与产水箱连接。

所述臭氧发生器工作压力为 $0.8 \sim 1.2\text{MPa}$,向陶瓷膜组件通入的臭氧浓度为 $5 \pm 0.5\text{mg/L}$ 。

2. 根据权利要求1所述的陶瓷膜系统,其特征在于,所述陶瓷膜组件至少设置两组,不同陶瓷膜组件中的平板陶瓷膜片间隔排列在所述膜池内。

3. 根据权利要求2所述的陶瓷膜系统,其特征在于,所述膜池内每块平板陶瓷膜片间的间隔为 $5 \sim 10\text{cm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的陶瓷膜系统,其特征在于,所述系统还包括三通阀,所述三通阀具有第一端口、第二端口和第三端口,分别与陶瓷膜组件、臭氧发生器及反冲洗进水泵连通。

5. 根据权利要求1所述的陶瓷膜系统,其特征在于,所述原水进水泵与膜池连接的管路设置有进水阀;所述陶瓷膜组件与反冲洗进水泵连接的管路设置反冲洗进水阀,与臭氧发生器连接的管路设置进气阀;所述抽吸泵所在的管路设置有产水阀;所述膜池底部设置有放空阀。

6. 根据权利要求1所述的陶瓷膜系统,其特征在于,与陶瓷膜组件出水口连接的管路上设置有压力传感器,所述压力传感器用于实时监测陶瓷膜跨膜压差。

7. 根据权利要求1-6任一所述的陶瓷膜系统的清洗方法,其特征在于,包括:

启动原水进水泵及抽吸泵,进行陶瓷膜系统的过滤产水;

依次对一组陶瓷膜组件进行清洁,其他组陶瓷膜组件继续过滤产水;

对一组陶瓷膜组件进行清洁,包括如下步骤:

停止与该组陶瓷膜组件连接的抽吸泵,启动臭氧发生器和反冲洗进水泵,向该组陶瓷膜组件通入臭氧及反冲洗水,设定清洗时间进行清洁;

停止臭氧发生器和反冲洗进水泵,启动与清洁后陶瓷膜组件连接的抽吸泵,恢复若干组陶瓷膜组件同时过滤产水。

一种陶瓷膜系统及清洗方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种陶瓷膜系统及清洗方法,属于水处理方面的技术领域。

背景技术

[0002] 在水处理领域中,膜技术因其高效清洁的处理效果受到了广泛的研究讨论。超滤膜技术能够有效控制原水中颗粒物、胶体、细菌和大分子有机物等污染物,有效保障出水水质的生物安全性,是水厂深度处理工艺的关键。然而,膜污染是制约超滤膜技术发展的重要问题。膜表面的可逆污染能够通过周期性的水力反冲洗或气冲得到有效控制,但仍存在顽固的不可逆污染影响超滤膜的产水效率。

[0003] 陶瓷膜是近年来国际上迅速发展的膜技术载体之一。相比于常见的有机膜,陶瓷膜在抗污染、耐热性、耐化学性、机械强度、使用寿命等方面都具有突出表现。面对不可逆污染问题,陶瓷膜能够采取更加激进的清洗手段达到更显著的膜通量恢复效果,但同时会相应增加制水成本。且常规化学清洗通常采用药剂长时间浸泡的方式,这种方式不但需要高浓度的化学药剂,对环境不友好,而且长时间的停机会影响水处理技术的正常生产。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术中的不足,提供一种陶瓷膜系统及清洗方法,解决现有陶瓷膜清洗效率低,影响正常生产的问题。

[0005] 为达到上述目的,本发明所采用的技术方案是:

[0006] 第一方面,本发明提供一种陶瓷膜系统,包括反冲洗进水泵、臭氧发生器,以及顺次连接的原水进水泵、膜池和产水箱,所述膜池内安装有若干组陶瓷膜组件,每组陶瓷膜组件由偶数块平板陶瓷膜片组成;

[0007] 所述陶瓷膜组件通过管路分别与反冲洗进水泵和臭氧发生器连接;所述陶瓷膜组件的出水口通过设置带有抽吸泵的管路与产水箱连接。

[0008] 所述臭氧发生器工作压力为 $0.8 \sim 1.2\text{MPa}$,向陶瓷膜组件通入的臭氧浓度为 $5 \pm 0.5\text{mg/L}$,无需高浓度、长时间的化学药剂投加,对环境友好。

[0009] 结合第一方面,进一步的,所述陶瓷膜组件至少设置两组,不同陶瓷膜组件中的平板陶瓷膜片间隔排列在所述膜池内,实现陶瓷膜的臭氧在线自清洗;单组陶瓷膜通入臭氧时,该组陶瓷膜在臭氧和水的气水反冲洗作用下实现有效通量恢复。

[0010] 进一步的,所述膜池内每块平板陶瓷膜片间的间隔为 $5 \sim 10\text{cm}$,臭氧微纳米气泡能在不干扰陶瓷膜过滤条件下实现有效的陶瓷膜污染清洗。

[0011] 进一步的,所述系统还包括三通阀,所述三通阀具有第一端口、第二端口和第三端口,分别与陶瓷膜组件、臭氧发生器及反冲洗进水泵连通。

[0012] 进一步的,所述原水进水泵与膜池连接的管路设置有进水阀;所述陶瓷膜组件与反冲洗进水泵连接的管路设置反冲洗进水阀,与臭氧发生器连接的管路设置进气阀;所述抽吸泵所在的管路设置有产水阀;所述膜池底部设置有放空阀。

[0013] 进一步的,与陶瓷膜组件出水口连接的管路上设置有压力传感器,所述压力传感器用于实时监测陶瓷膜跨膜压差。

[0014] 第二方面,本发明提供一种陶瓷膜系统的清洗方法,包括:

[0015] 启动原水进水泵及抽吸泵,进行陶瓷膜系统的过滤产水;

[0016] 依次对一组陶瓷膜组件进行清洁,其他组陶瓷膜组件继续过滤产水;

[0017] 对一组陶瓷膜组件进行清洁,包括如下步骤:

[0018] 停止与该组陶瓷膜组件连接的抽吸泵,启动臭氧发生器和反冲洗进水泵,向该组陶瓷膜组件通入臭氧及反冲洗水,设定清洗时间进行清洁;

[0019] 停止臭氧发生器和反冲洗进水泵,启动与清洁后陶瓷膜组件连接的抽吸泵,恢复若干组陶瓷膜组件同时过滤产水,实现污染膜的环境友好且高效的在线清洗,保证最大程度正常生产。

[0020] 与现有技术相比,本发明所达到的有益效果:

[0021] 本发明至少通过两组陶瓷膜分别曝气,实现陶瓷膜的臭氧在线自清洗;单组陶瓷膜通入臭氧时,该组陶瓷膜在臭氧和水的气水反冲洗作用下实现有效通量恢复;

[0022] 采用臭氧作为清洗剂,无需高浓度、长时间的化学药剂投加,对环境友好;向臭氧发生器设置合适压力,臭氧通入陶瓷膜后能够通过陶瓷膜微小孔径曝气产生臭氧微纳米气泡,臭氧微纳米气泡的臭氧传质效率高,在水中的寿命长,能够对另一组陶瓷膜的臭氧原位浸泡清洗,在产水过程中实现过滤通量的恢复;

[0023] 每块平板陶瓷膜片间设置合适的间隔,臭氧微纳米气泡能在不干扰陶瓷膜过滤条件下实现有效的陶瓷膜污染清洗;本发明提出的陶瓷膜系统和清洗方法能够实现污染膜的环境友好且高效的在线清洗,最大程度上保证了正常生产。

附图说明

[0024] 图1是本发明实施例提供的一种陶瓷膜系统的结构示意图;

[0025] 图2是本发明实施例提供的陶瓷膜组件放大示意图;

[0026] 图中:1、原水进水泵,2、膜池,3、陶瓷膜组件,31、第一组平板陶瓷膜片,32、第二组平板陶瓷膜片,4、反冲洗进水泵,5、臭氧发生器,6、第一抽吸泵,7、第二抽吸泵,8、产水箱,9、三通阀,10、进水阀,11、反冲洗进水阀,12、第一进气阀,13、第二进气阀,14、放空阀,15、第一产水阀,16、第二产水阀,17、第一压力传感器,18、第二压力传感器。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图对本发明作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案,而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0028] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“上”、“下”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0029] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“连

通”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是直接连通,也可以通过中间媒介间接连通,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0030] 本发明提供了一种陶瓷膜系统,为一种应用于水处理过程中的臭氧在线自清洗陶瓷膜系统,该陶瓷膜系统包括原水进水泵1、膜池2、陶瓷膜组件3、反冲洗进水泵4、臭氧发生器5、第一抽吸泵6、第二抽吸泵7和产水箱8。

[0031] 其中,原水进水泵1为膜池2提供进水,膜池2内安装有陶瓷膜组件3,陶瓷膜组件3由偶数块平板陶瓷膜片组成,至少设置2块及以上。

[0032] 反冲洗进水泵4通过管路与每块平板陶瓷膜连接,用于向陶瓷膜内部泵入反冲洗水。臭氧发生器5通过管路与每块平板陶瓷膜连接,用于向陶瓷膜内部泵入臭氧,第一抽吸泵6、第二抽吸泵7通过管路与陶瓷膜出水口连接,从陶瓷膜内抽吸膜出水。

[0033] 向陶瓷膜组件通入的臭氧浓度为 $5 \pm 0.5 \text{ mg/L}$,本发明优选的实施例中,臭氧投加量为 5 mg/L ,臭氧发生器5的工作压力为 $0.8 \sim 1.2 \text{ MPa}$ 。

[0034] 优选的,陶瓷膜系统还包括三通阀9,其中三通阀9具有第一端口、第二端口和第三端口,第一端口与陶瓷膜组件3连通,第二端口与臭氧发生器5连通,第三端口与反冲洗进水泵4连通。

[0035] 在优选的实施例中,陶瓷膜系统中的管路安装有各种电动阀,包括:

[0036] 原水进水泵1管路安装进水阀10,反冲洗进水泵4管路安装反冲洗进水阀11,臭氧发生器5管路安装第一进气阀12和第二进气阀13,第一抽吸泵6及第二抽吸泵7所在管路分别安装第一产水阀15和第二产水阀16;以及在膜池2底部安装放空阀14。

[0037] 进一步可实施的,本实施例陶瓷膜组件3设置有第一组陶瓷膜组件和第二组陶瓷膜组件两组,分别与第一抽吸泵6和第二抽吸泵7相连通。第一组陶瓷膜组件中的两块第一组平板陶瓷膜片31及第二组陶瓷膜组件中的两块第二组平板陶瓷膜片32间隔排列在膜池2内,第一组陶瓷膜31和第二组陶瓷膜32间隔排列在膜池2内,如图2所示。

[0038] 本发明还提供一种臭氧在线自清洗陶瓷膜的方法,使用前述的陶瓷膜系统进行在线清洗,具体包括如下步骤:

[0039] S1、启动原水进水泵1、第一抽吸泵6和第二抽吸泵7,打开进水阀10、第一产水阀15和第二产水阀16,原水在抽吸泵的作用下透过陶瓷膜组件3实现过滤产水;

[0040] S2、设定第一阶段过滤时间,优选30分钟后,第一抽吸泵6停止,第一产水阀15关闭,臭氧发生器5和反冲洗进水泵4启动,第一进气阀12和反冲洗进水阀11打开,向第一组陶瓷膜31内通入臭氧以及反冲洗水。在第一组陶瓷膜31通入臭氧曝气条件下,第二组陶瓷膜32继续产水,实现陶瓷膜系统的臭氧在线自清洁;

[0041] S3、设定第一阶段臭氧清洗时间,优选1分钟后,第一组陶瓷膜31停止清洗,臭氧发生器5和反冲洗进水泵4停止,第一进气阀12和反冲洗进水阀11关闭,第一产水阀15打开,启动第一抽吸泵6,恢复两组陶瓷膜同时产水;

[0042] S4、设定第二阶段过滤时间,优选30分钟后,第二抽吸泵7停止,第二产水阀16关闭,臭氧发生器5和反冲洗进水泵4启动,第二进气阀13和反冲洗进水阀11打开,向第二组陶瓷膜32内通入臭氧以及反冲洗水。在第二组陶瓷膜32通入的臭氧曝气条件下,第一组陶瓷膜31继续产水;

[0043] S5、在设定第二阶段臭氧清洗时间,优选1分钟后,第二组陶瓷膜32停止清洗,臭氧发生器5和反冲洗进水泵4停止,第二进气阀13和反冲洗进水阀11关闭,第二产水阀16打开,启动第二抽吸泵7,恢复两组陶瓷膜同时产水,进入下一个运行周期。

[0044] 下面结合具体实施例对本发明的实施方式及清洗效果作进一步解释说明。

[0045] 实施例一:

[0046] 本实施例将臭氧在线自清洗陶瓷膜系统应用于饮用水处理领域,原水浑浊度为15NTU,将陶瓷膜过滤通量设置为60LMH,反冲洗通量设置为100LMH,臭氧投加量设置为5mg/L,臭氧发生器工作压力设置为0.8MPa,将每块陶瓷膜间间隔为5cm。清洗效率=(过滤后跨膜压差-清洗后跨膜压差)/(过滤后跨膜压差-初始跨膜压差)具体效果如表1所示。

[0047] 表1:臭氧在线自清洗陶瓷膜试验结果

[0048]	阶段	第一组陶瓷膜跨膜压差 (△kPa)	清洗效率	第二组陶瓷膜跨膜压差 (△kPa)	清洗效率
	初始	2.42	-	2.54	-
	第一阶段过滤	23.1	-	23.4	-
	第一阶段清洗	2.43	99.95%	3.45	95.63%
	第二阶段过滤	23.2	-	23.6	-
	第二阶段清洗	3.34	95.57%	2.58	99.81%

[0049] 实施例二:

[0050] 将臭氧在线自清洗陶瓷膜系统应用于饮用水处理领域,原水浑浊度为30NTU,将陶瓷膜过滤通量设置为50LMH,反冲洗通量设置为100LMH,臭氧投加量设置为5mg/L,臭氧发生器工作压力设置为1.0MPa,将每块陶瓷膜间间隔为7.5cm。清洗效率=(过滤后跨膜压差-清洗后跨膜压差)/(过滤后跨膜压差-初始跨膜压差),具体效果如表2所示。

[0051] 表2:臭氧在线自清洗陶瓷膜试验结果

[0052]	阶段	第一组陶瓷膜跨膜压差 (△kPa)	清洗效率	第二组陶瓷膜跨膜压差 (△kPa)	清洗效率
	初始	3.96	-	3.92	-
	第一阶段过滤	25.7	-	25.2	-
	第一阶段清洗	3.98	99.91%	4.82	95.77%
[0053]	第二阶段过滤	25.8	-	25.9	-
	第二阶段清洗	4.84	95.97%	3.95	99.86%

[0054] 实施例三:

[0055] 将臭氧在线自清洗陶瓷膜系统应用于饮用水处理领域,原水浑浊度为50NTU,将陶瓷膜过滤通量设置为40LMH,反冲洗通量设置为100LMH,臭氧投加量设置为5mg/L,臭氧发生器工作压力设置为1.2MPa,将每块陶瓷膜间间隔为10cm。清洗效率=(过滤后跨膜压差-清洗后跨膜压差)/(过滤后跨膜压差-初始跨膜压差),具体效果如表3所示。

[0056] 表3臭氧在线自清洗陶瓷膜试验结果

[0057]	阶段	第一组陶瓷膜跨膜压差 (Δ kPa)	清洗效率	第二组陶瓷膜跨膜压差 (Δ kPa)	清洗效率
	初始	3.87	-	3.85	-
	第一阶段过滤	26.61	-	27.04	-
	第一阶段清洗	3.91	99.82%	4.92	95.39%
	第二阶段过滤	26.59	-	27.06	-
	第二阶段清洗	4.98	95.11%	3.92	99.70%

[0058] 由上述不同实施例试验结果可知,面对不同浑浊度水平的原水,在本发明臭氧在线自清洗下,陶瓷膜系统能够长期稳定的运行,周期内跨膜压差的恢复率在95%以上。

[0059] 发明中涉及到两种不同的清洗方式,分别如下:

[0060] 首先,陶瓷膜进行反冲洗时的直接臭氧联合水力反冲洗;

[0061] 其次,当相邻两块陶瓷膜进行反冲洗时,臭氧通过陶瓷膜曝气产生臭氧微纳米气泡,从而对正常生产中的陶瓷膜进行臭氧微纳米气泡的在线浸泡清洗。

[0062] 本申请实施例中当第一阶段清洗结束时,第一组陶瓷膜清洗效率体现的是第一种直接臭氧联合水力反冲洗的清洗效果;第二组陶瓷膜清洗效率体现的是第二种臭氧微纳米气泡在线浸泡清洗的清洗效果。

[0063] 通过发明中涉及到的两种不同的清洗方式,直接臭氧联合水力反冲洗的陶瓷膜清洗效率能够达到99%以上,而臭氧微纳米气泡的在线浸泡清洗效率达到95%以上,总体而言清洗效果良好。

[0064] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

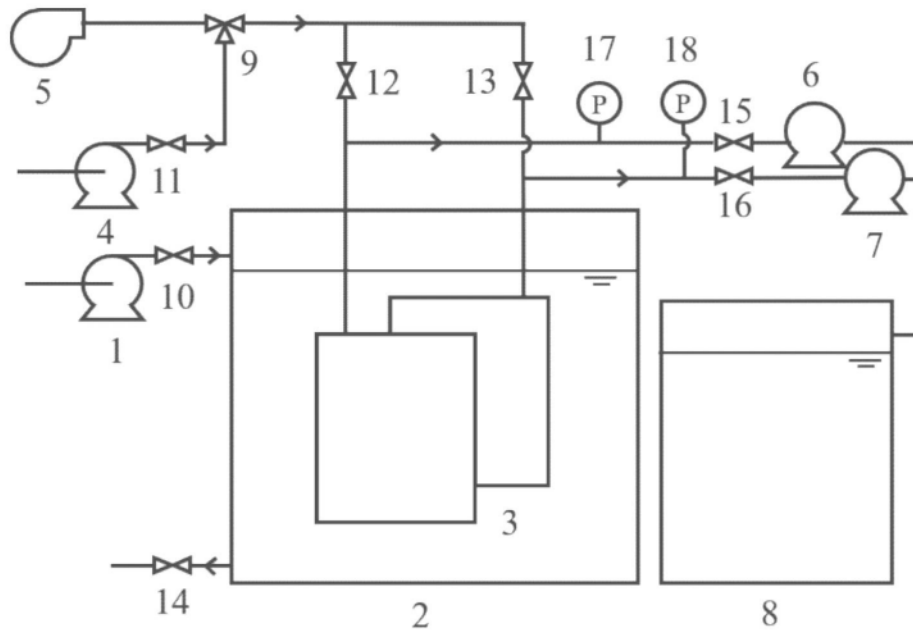


图1

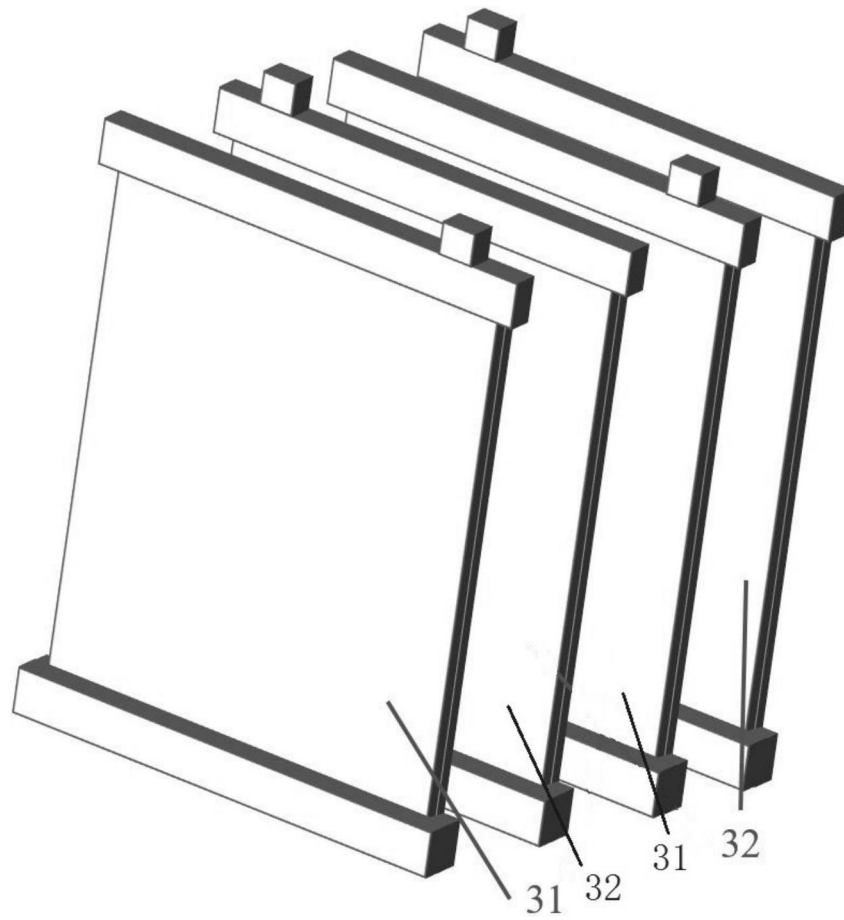


图2