(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 108930049 A
(43)申请公布日 2018.12.04

(21)申请号 201810533783.8

(22)申请日 2018.05.30

(71)申请人 中氧科技(广州)有限公司
地址 510760 广东省广州市广州高新技术产业开发区开创大道2707号(自编B1栋)1703室

(72)发明人 樊国荣

(51)Int.Cl.
*C25B 1/13*(2006.01)
*C25B 9/12*(2006.01)
*C25B 15/08*(2006.01)
*C25B 15/02*(2006.01)
*C25B 11/02*(2006.01)

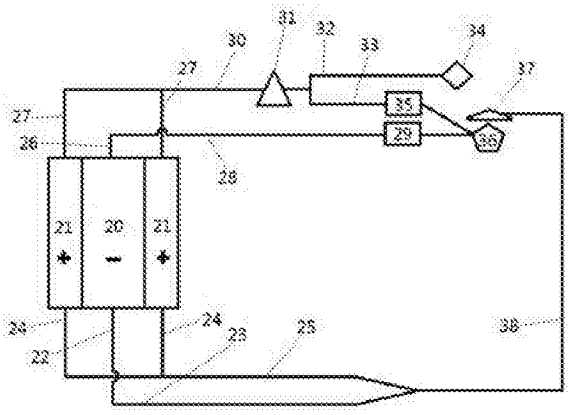
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种臭氧电解制备装置

(57)摘要

本发明涉及一种臭氧电解制备装置。本发明的电解电极组件中的阳极催化剂膜板、阴极催化剂膜板以及PEM膜均采用弹性可变形材料，设置电解发生器调节装置包括立轴、调节滑块、支撑滑块、固定块以及调节框架，调节框架中设置有调节杆和多跟拉杆，这些杆件均活动铰接在位于立轴上的调节滑块和支撑滑块上，本发明的调节框架在所述立轴的圆周方向上设置有多组，多组所述调节框架合围形成圆筒形；推动左右调节杆下下移动，左右调节杆进而推动与其铰接的作为调节框架中的各个拉杆，使得紧密包覆在多组调节框架合围而成的圆筒形外侧的电解电极组件也随之发生一定的弹性变形，实现臭氧制备速率的增大。




CN 108930049 A

1.一种臭氧电解制备装置，包括电解水箱、电解发生器装置以及电解发生器调节装置，所述电解发生器装置包括电解电极组件以及相应的电源，所述电解电极组件包括阳极催化剂膜板、阴极催化剂膜板以及PEM膜，其特征在于，所述电解电极组件中的阳极催化剂膜板、阴极催化剂膜板以及PEM膜均采用弹性可变形材料；电解发生器调节装置包括立轴、调节滑块、支撑滑块以及固定块；所述调节滑块和支撑滑块活动套设在所述立轴上，可沿立轴的轴向方向往复移动；所述固定块固定设置在所述立轴的底端；所述电解发生器调节装置还包括调节框架，所述调节框架包括左调节框架和右调节框架，所述左调节框架包括左调节杆、左第一拉杆、左第二拉杆、左第三拉杆，左调节杆的第一端铰接在所述调节滑块的左侧，左调节杆的第二端与左第一拉杆的第一端以及左第二拉杆的第一端共同铰接；所述左第一拉杆的第二端铰接在所述支撑滑块的左侧，所述左第二拉杆的第二端与所述左第三拉杆的第一端铰接，所述左第三拉杆的第二端铰接在所述固定块的左侧；所述右调节框架包括右调节杆、右第一拉杆、右第二拉杆、右第三拉杆，右调节杆的第一端铰接在所述调节滑块的右侧，右调节杆的第二端与右第一拉杆的第一端以及右第二拉杆的第一端共同铰接；所述右第一拉杆的第二端铰接在所述支撑滑块的右侧，所述右第二拉杆的第二端与所述右第三拉杆的第一端铰接，所述右第三拉杆的第二端铰接在所述固定块的右侧；所述左调节框架和右调节框架中的调节杆和各个拉杆均相对于所述立轴呈轴对称分布；所述调节框架在所述立轴的圆周方向上设置有多组，多组所述调节框架合围形成圆筒形；所述电解发生器调节装置布置在电解水箱中，所述电解电极组件紧密包覆在由多组所述调节框架合围而成的圆筒形的外侧。

2.根据权利要求1所述的臭氧电解制备装置，其特征在于，所述电解水箱包括阴极水箱和阳极水箱，所述阴极水箱通过阴极水管与阴极水总管连接；所述阳极水箱通过阳极水管与阳极水总管连接；所述阴极水管上以及阳极水管上均分别设置有电磁阀；

阴极水箱上部设置有氢气出气管，阳极水箱上部设置有臭氧氧气混合出气管；所述氢气出气管与氢气总管连接，所述氢气总管与氢气储存装置连接；臭氧氧气混合出气管与臭氧氧气混合气总管连接，所述臭氧氧气混合气总管与臭氧氧气分离装置连接。

3.根据权利要求2所述的臭氧电解制备装置，其特征在于，所述臭氧氧气分离装置包括臭氧输送管和氧气输送管，所述臭氧输送管与臭氧使用装置连接，所述氧气输送管与氧气储存装置连接；所述氧气储存装置和氢气储存装置均与氢气可控燃烧装置连接，所述氢气可控燃烧装置还连接有凝结水收集装置和凝结水输送管，所述凝结水输送管与阳极水总管和/或阴极水总管连接；还包括热辐射罩，所述热辐射集热罩活动地设置在所述氢气可控燃烧装置的上部，由氢气可控燃烧装置通过燃烧而释放的热量被所述热辐射集热罩集中、吸收和传导给所述升温装置，所述升温装置将热量传导给所述石墨烯导热材料，所述石墨烯导热材料设置在阴极水箱和阳极水箱中。

4.根据权利要求3所述的臭氧电解制备装置，其特征在于，所述臭氧氧气分离装置上设置有臭氧生成量显示装置，所述阴极总管上还设置有抽水装置；还包括控制装置，所述控制装置连接并控制所述电源以及所述阴极水管、所述阳极水管上的所有电磁阀以及相应的抽水装置。

5.根据权利要求4所述的臭氧电解制备装置，其特征在于，所述凝结水输送管与凝结水储存装置相连，凝结水储存装置通过管道与阳极水总管和/或阴极水总管连接；所述凝结水

储存装置设置有输送泵，输送泵与所述控制装置相连；所述氢气可控燃烧装置上还设置有热量辐照装置、报警装置以及自动灭火装置；优选的，所述阳极水总管、阴极水总管还分别于外界纯水供应管道相连。

6.根据权利要求5所述的臭氧电解制备装置，其特征在于，所述臭氧生成量显示装置通过测量所生成的氧气的体积来表征臭氧的生成量；优选的，所述臭氧氧气分离装置，采用低温分离或分层分离。

7.根据权利要求6所述的臭氧电解制备装置，其特征在于，所述立轴上在所述调节滑块的上下方均设置有限位挡片。

8.根据权利要求7所述的臭氧电解制备装置，其特征在于，所述电解发生器调节装置设置在阴极水箱中。

9.根据权利要求8所述的臭氧电解制备装置，其特征在于，所述立轴上再所述调节滑块的往复运动行程上设置有多个锁定凹槽，所述调节滑块上设置有与所述锁定凹槽配合的锁定凸起以及锁定解除装置。

# 一种臭氧电解制备装置

## 技术领域

[0001] 本发明涉及低压电解制备臭氧技术领域，尤其涉及一种具有调节装置的臭氧电解制备装置。

## 背景技术

[0002] 臭氧是淡蓝色气体，是一种极强的氧化剂，通过氧化作用，抑制细菌的繁殖和生长，并导致细菌的死亡，它又是一种强杀菌剂。臭氧能溶于水，一定臭氧浓度的臭氧水同样具有极强的杀菌作用。臭氧和臭氧水能对食品、饮用水进行灭菌和消毒，在对饮用水进行消毒时，除了能杀灭水中的细菌，进一步纯化水中的杂质外，还能增加水中的含氧量。臭氧和臭氧水对细菌引发的各类皮肤病，细菌性炎症，烧伤表面等疾病，均有一定的疗效。臭氧和臭氧水还具有无副作用、无毒性、无二次污染等优点。因此，它被广泛地应用于饮用水、食品加工、医疗卫生、化工、环境保护等领域。

[0003] 制备臭氧的方法有电晕法和电解法，电解法又以能制备高浓度臭氧优于电晕法。目前的电解臭氧发生装置，由电解臭氧发生器、电解臭氧发生器电源、阳极水箱、阴极水箱组成。从在上个世纪中后期，固体聚合物电解质技术被越来越多的用到产生臭氧的研究中，在固体聚合物电解质电解产生臭氧的结构中，固体聚合物离子交换膜这种固态电解质取代了传统的液态电解质，电催化颗粒直接附着于固体聚合物电解质膜两侧上，形成固体聚合物电解质复合膜，这种复合膜结构能增加电极反应的接触面积，大大提高反应物的传质速度，有利于反应产物的分离，将反应与分离融为一体，简化了电解装置的结构。膜电极组件由三部分组成，中间是固体聚合物电解质膜， 两边分别是阴极催化剂膜片和阳极催化膜片。目前，阳极催化剂膜片可以用铂、玻璃炭、二氧化锡以及二氧化铅等材料，其中二氧化铅稳定性好，且价格适中，被使用得较为广泛。阴极催化剂膜片则多采用铂、镀铂金属、碳以及镍合金等，其中铂的析氧过电位在贵金属及其合金中是最高的，对产生臭氧最为有利。在固体聚合物电解质臭氧发生器结构中，阴、阳极电催化材料与Nafion膜的复合电极是一种多孔电极，它具有比常规电极大得多的反应比表面积，有利于电解反应的进行。

[0004] 现有技术中采用电解法制备臭氧的设备主要存在有以下技术问题：(1)、生产设备制备臭氧的量以及制备速率一般不可调，机器设备对不同消毒环境以及消毒需求的适应性较差；(2)、电解法制备臭氧时的阳极电解产物为臭氧和氧气，阴极电解产物为氢气和水，臭氧消毒所需要的是阳极产生的臭氧，但是阳极伴随的还有氧气，现有技术中一般不对这些氧气进行处理，而是将其直接混合在臭氧之中，这会对臭氧的浓度以及在水中的溶解性产生影响，降低臭氧水的臭氧溶解量，进而影响消毒效果；阴极电解产生的氢气一般是直接排放到空气中，既浪费了能源又会导致潜在的危险，因为氢气的集聚会导致局部氢气浓度升高，在合适条件下有可能会发生爆燃等危险事故；阴极的电解产物同时还有水，这些水会使阴极水槽中的水位慢慢升高，也会对电解的正常进行产生不利影响；(3)、现有技术中在电解工作前是加入处理后的纯水进行电解，但是以目前的技术，制备的纯水中不可避免的还是会含有一定量的杂质，而采用真正的超纯水又花费巨大，导致成本激增；含有杂质的“纯

水”一方面会对电解的效率产生影响，另一方面由于其中各种金属离子的存在，还会在阴阳极板上产生水垢，更加剧了对电解效率的负面影响；(4)、现有技术中一般直接借助阴阳极水槽中的电解水进行设备散热和降温，但是这一冷却效果并不好，而臭氧又是对温度极为敏感的物质，过高的温度会导致臭氧分解消失；(5)、现有技术中一般是采用后续测量的方式测定臭氧水的浓度，这一测定具有一定的滞后性，不利于准确测定臭氧的实际生成量，而且臭氧又是一种较为容易分解的物质，也增加了测定的不准确性，不利于准确考量一台电解制臭氧设备的效能；(6)、现有技术中对于阴极和阳极的冷却一般采用被动冷却的方式，主要是借助于电解水的流动对阴阳极水箱中的电解水进行被动冷却降温，这一冷却方式不具有可调控性，而且冷却效果不佳；(7)、在电解工作停止后，电解组件中仍会残留有一部分臭氧，这些残存的臭氧如果不及时清除，会对电解组件中的电极膜板以及阴阳极的水箱造成严重的腐蚀和氧化，进而或缩短电解组件以及电解设备的使用寿命和工作效率。

[0005] 由于现有设备中存在有以上问题，因此，亟需开发一种新型的电解制备臭氧的设备，以填补市场空白。

## 发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的上述问题，本发明的目的在于提供一种速率可调的臭氧电解制备装置，本发明在电解水箱中设置电解调节装置配合柔性电解电极组件的使用，具有效率可调、适应性好的优点，同时还具有物料利用充分、臭氧生成量直观监测的技术效果，具有广阔的应用前景。

[0007] 为达上述目的，本发明采用以下技术方案：

一种臭氧电解制备装置，包括电解水箱、电解发生器装置以及电解发生器调节装置，所述电解发生器装置包括电解电极组件以及相应的电源，所述电解电极组件包括阳极催化剂膜板、阴极催化剂膜板以及PEM膜，所述电解电极组件中的阳极催化剂膜板、阴极催化剂膜板以及PEM膜均采用弹性可变形材料；电解发生器调节装置包括立轴、调节滑块、支撑滑块以及固定块；所述调节滑块和支撑滑块活动套设在所述立轴上，可沿立轴的轴向方向往复移动；所述固定块固定设置在所述立轴的底端；所述电解发生器调节装置还包括调节框架，所述调节框架包括左调节框架和右调节框架，所述左调节框架包括左调节杆、左第一拉杆、左第二拉杆、左第三拉杆，左调节杆的第一端铰接在所述调节滑块的左侧，左调节杆的第二端与左第一拉杆的第一端以及左第二拉杆的第一端共同铰接；所述左第一拉杆的第二端铰接在所述支撑滑块的左侧，所述左第二拉杆的第二端与所述左第三拉杆的第一端铰接，所述左第三拉杆的第二端铰接在所述固定块的左侧；所述右调节框架包括右调节杆、右第一拉杆、右第二拉杆、右第三拉杆，右调节杆的第一端铰接在所述调节滑块的右侧，右调节杆的第二端与右第一拉杆的第一端以及右第二拉杆的第一端共同铰接；所述右第一拉杆的第二端铰接在所述支撑滑块的右侧，所述右第二拉杆的第二端与所述右第三拉杆的第一端铰接，所述右第三拉杆的第二端铰接在所述固定块的右侧；所述左调节框架和右调节框架中的调节杆和各个拉杆均相对于所述立轴呈轴对称分布；所述调节框架在所述立轴的圆周方向上设置有多组，多组所述调节框架合围形成圆筒形；所述电解发生器调节装置布置在电解水箱中，所述电解电极组件紧密包覆在由多组所述调节框架合围而成的圆筒形的外侧。

[0008] 进一步的，所述电解水箱包括阴极水箱和阳极水箱，所述阴极水箱通过阴极水管

与阴极水总管连接;所述阳极水箱通过阳极水管与阳极水总管连接;所述阴极水管上以及阳极水管上均分别设置有电磁阀;

阴极水箱上部设置有氢气出气管,阳极水箱上部设置有臭氧氧气混合出气管;所述氢气出气管与氢气总管连接,所述氢气总管与氢气储存装置连接;臭氧氧气混合出气管与臭氧氧气混合气总管连接,所述臭氧氧气混合气总管与臭氧氧气分离装置连接。

[0009] 进一步的,所述臭氧氧气分离装置包括臭氧输送管和氧气输送管,所述臭氧输送管与臭氧使用装置连接,所述氧气输送管与氧气储存装置连接;所述氧气储存装置和氢气储存装置均与氢气可控燃烧装置连接,所述氢气可控燃烧装置还连接有凝结水收集装置和凝结水输送管,所述凝结水输送管与阳极水总管和/或阴极水总管连接;所述热辐射集热罩活动地设置在所述氢气可控燃烧装置的上部,由氢气可控燃烧装置通过燃烧而释放的热量被所述热辐射集热罩集中、吸收和传导给所述升温装置,所述升温装置将热量传导给所述石墨烯导热材料,所述石墨烯导热材料设置在阴极水箱和阳极水箱中。

[0010] 进一步的,所述臭氧氧气分离装置上设置有臭氧生成量显示装置,所述阴极总管上还设置有抽水装置;还包括控制装置,所述控制装置连接并控制所述电源以及所述阴极水管、所述阳极水管上的所有电磁阀以及相应的抽水装置。

[0011] 进一步的,所述凝结水输送管与凝结水储存装置相连,凝结水储存装置通过管道与阳极水总管和/或阴极水总管连接;所述凝结水储存装置设置有输送泵,输送泵与所述控制装置相连;所述氢气可控燃烧装置上还设置有热量辐照装置、报警装置以及自动灭火装置;所述阳极水总管、阴极水总管还分别于外界纯水供应管道相连。

[0012] 进一步的,所述臭氧生成量显示装置通过测量所生成的氧气的体积来表征臭氧的生成量;所述臭氧氧气分离装置,采用低温分离或分层分离。

[0013] 进一步的,所述立轴上在所述调节滑块的上下方均设置有限位挡片。

[0014] 进一步的,所述电解发生器调节装置设置在阴极水箱中。

[0015] 进一步的,所述立轴上再所述调节滑块的往复运动行程上设置有多个锁定凹槽,所述调节滑块上设置有与所述锁定凹槽配合的锁定凸起以及锁定解除装置。

[0016] 本发明的技术方案相对于现有技术,具有以下有益效果:

(1)本发明的电解电极组件中的阳极催化剂膜板、阴极催化剂膜板以及PEM膜均采用弹性可变形材料,这些电极以及膜材料具有可以适度进行弹性变形以及回复的功能。为了利用好这一电解电极组件的弹性回复特性,本发明设计电解发生器调节装置,本发明的电解发生器调节装置包括立轴、调节滑块、支撑滑块、固定块以及调节框架,调节框架中设置有调节杆和多跟拉杆,这些杆件均活动铰接在位于立轴上的调节滑块和支撑滑块上,本发明的调节框架在所述立轴的圆周方向上设置有多组,多组所述调节框架合围形成圆筒形;所述电解发生器调节装置布置在电解水箱中,所述电解电极组件紧密包覆在由多组所述调节框架合围而成的圆筒形的外侧。在初始状态下,电解发生器调节装置中的调节框架处于一个位置,此时向下推到调节滑块,调节滑块沿着立轴向下移动,推动左右调节杆下下移动,左右调节杆进而推动与其铰接的作为调节框架中的各个拉杆,使得整个调节框架发生变形,利用平行四边形易变形的原理,将调节框架撑大,此时,紧密包覆在多组调节框架合围而成的圆筒形外侧的电解电极组件也随之发生一定的弹性变形,使电解电极组件进行一定程度上的展开,使其与电解液的接触面积增大,进而增加电解速率,从而实现臭氧制备速率

的增大。由于在立轴上设置有锁定凹槽，并且在调节滑块上设置有锁定凸起，可以在适当的位置将调节滑块锁定，使整个电解发生器组件维持一定的展开程度。当需要再次调整时，调节滑块上的锁定解除装置，将锁定解除，再次改变调节框架的展开程度，继续展开，则进一步增大电解速率；如果缩小调节框架的展开程度，则降低电解速率。同时，由于在电解制备臭氧时臭氧气体产生在阳极，为了避免具有强氧化性的臭氧对调节部件产生腐蚀，可以将阳极水箱设置在外侧，将阴极水箱设置在中心位置，即，将阳极水箱设置在电解电极组件的外侧，将阴极水箱设置在电解电极组件的内侧，将制备得到的臭氧直接由外侧导出，避免对调节装置产生腐蚀。

[0017] (2)本发明还设置有臭氧氧气分离装置，将阳极的电解产物臭氧和氧气进行分离，进行分类利用。本发明采用低温分离技术或分层分离技术将臭氧和氧气分离，分离出来的臭氧用于消毒使用，分离出来的氧气收集出来，暂存在氧气存储装置中备用。同时本发明还对阴极电解产生的氢气进行收集，设置氢气可控燃烧装置，再将收集得到的纯净氧气和氢气在氢气可控燃烧装置中进行可控条件下的燃烧，将这些产物消耗掉，由于氢气和氧气燃烧之后的产物是纯水，这些水是不含其它杂质的纯净水，具有比人工提纯或者过滤制备得到的水更高的纯度，水中几乎不含其它金属离子杂质，将这些水收集起来，作为阴极和/或阳极的电解水原料，避免了外界金属离子的引入，从根本上解决了电解电极组件上会沉积水垢的技术问题，同时还将阳极和阴极的电解产物成分利用，避免了物料浪费，节约了资源。同时，由于将氢气及时收集和燃烧处理，避免了局部氢气浓度的升高，提高了使用安全性，避免发生意外事故。

[0018] (3)本发明在阴极总管上还设置有抽水装置，阴极的电解产物同时还有水，这些水会使阴极水槽中的水位慢慢升高，也会对电解的正常进行产生不利影响，本发明采用抽水装置，定时开启或者根据需要开启抽水，将阴极中多余的电解水抽出，避免过量的阴极水对电解产生不利影响。同时，由于电解电极组件的扩张与收缩会对位于电解电极组件两侧的阳极水箱和阴极水箱中的电解液液位产生影响，即，在电解电极组件扩张时，位于电解电极组件内侧的液位会下降，而位于其外侧的液位会上升，如果电解电极组件收缩，则其内侧的液位上升，外侧的液位下降。为了将液位能实时保持在一个合理的水平，该抽水装置还可以配合阴阳极水管使用，以维持一个合理的内外液面高度。

[0019] (4)本发明在阴极水箱和阳极水箱中设置有石墨烯导热材料，该石墨烯导热材料与外界散热装置连接，提高了电解发生器组件的散热效果。现有技术中一般直接借助电解液对电解组件进行散热冷却，但是这一被动冷却方式的冷却效果并不好，而臭氧又是对温度极为敏感的物质，过高的温度会导致臭氧分解消失，而且还会对电解反应的平衡产生影响，不利于提高电解效率。本发明设置主动式散热装置，石墨烯材料具有优异的导热效果，采用石墨烯导热材料将电解发生器组件中的热量及时导出，并借助设置在外界的散热装置将这些热量及时散发出去，实现了对电解发生器组件的主动式降温冷却，具有良好的冷却效果，有效避免了高温对臭氧的不利影响，提高电解制备臭氧设备的效能。

[0020] 此外，本发明的石墨烯导热材料配合外部换热装置使用，可以实现电解组件的热量的及时散发、冷却也可以实现对其进行适当的加热。本发明的阴阳极水箱的一侧也采用具有良好导热性能的材料制成，使得水箱中的热量及时散发出来，避免其内部发生热量的积累。本发明还利用了氢气燃烧的热量，如果臭氧制备装置停机，但是其内部还残留有一定

量的臭氧，这些臭氧会对装置的零部件造成一定的氧化和腐蚀，而臭氧本身又对温度极为敏感，在较高温度下可以分解为氧气。因此，本发明借助氢气燃烧后得到的热量，采用热辐射罩将这些热量汇集起来，传导给石墨烯导热材料，石墨烯导热材料将这些热量传导到已经停机的电解组件中，对其进行加热，而残留在其中的臭氧在高温下随即发生分解，有效避免了臭氧的残留和对设备零部件的腐蚀，起到了良好的防腐蚀作用，并实现了自身产物的物尽期利用。

[0021] (5)本发明在臭氧氧气分离装置上设置有臭氧量显示装置，该臭氧量显示装置通过测量所生成的氧气的体积来表征臭氧的生成量，本发明采用侧面对应的方式测量和表征臭氧的制备生成量，尽量降低了对臭氧的外界影响，减少制备得到的臭氧所经过的仪器或设备量。电解制备臭氧的阳极反应如下：

$H_2O \rightarrow 1/3O_3+2H^++2e^-$

$H_2O \rightarrow 1/2O_2+2H^++2e^-$

根据这一阳极反应可知，电解阳极制备得到的臭氧量和氧气量是存在有一定比例关系的，根据测得的氧气量可以推算出同时生成的臭氧量。由于臭氧在常规条件下极不稳定，很容易发生分解，而氧气却极为稳定，常规条件下一般不会发生性状的改变，属于比较容易测量的物质，因此，本发明采用直接测量氧气的方式间接反映臭氧的生成量，避免了对臭氧气体的外界干扰，通过数学换算的方式用氧气的量来表征臭氧的量，相对于现有技术中测量臭氧水浓度的方式，本发明的测量和表征方式更为准确也更能确切地反映出一台电解制备臭氧设备的工作效能。

## 附图说明

[0022] 图1是本发明具体实施方式中的电解装置的整体结构示意图；

图2是本发明具体实施方式中的电解发生器调节装置的侧视图；

图3是本发明具体实施方式中的电解发生器调节装置的两种调节状态示意图。

[0023] 附图标记：

1:电解水箱，2:电解发生器装置，3:电解发生器调节装置，4:电解电极组件，5:立轴，6:调节滑块，7:支撑滑块，8:固定块，9:调节框架，10:左调节框架，11:右调节框架，12:左调节杆，13:左第一拉杆，14:左第二拉杆，15:左第三拉杆，16:右调节杆，17:右第一拉杆，18:右第二拉杆，19:右第三拉杆，20:阴极水箱，21:阳极水箱，22:阴极水管，23:阴极水总管，24:阳极水管，25:阳极水总管，26:氢气出气管，27:臭氧氧气混合出气管，28:氢气总管，29:氢气储存装置连接，30:臭氧氧气混合气总管，31:臭氧氧气分离装置，32:臭氧输送管，33:氧气输送管，34:臭氧使用装置，35:氧气储存装置，36:氢气可控燃烧装置，37:凝结水收集装置，38:凝结水输送管。

## 具体实施方式

[0024] 下面结合附图1-3并通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案。

[0025] 一种臭氧电解制备装置，包括电解水箱1、电解发生器装置2以及电解发生器调节装置3，所述电解发生器装置2包括电解电极组件4以及相应的电源，所述电解电极组件4包括阳极催化剂膜板、阴极催化剂膜板以及PEM膜，所述电解电极组件4中的阳极催化剂膜板、

阴极催化剂膜板以及PEM膜均采用弹性可变形材料；电解发生器调节装置3包括立轴5、调节滑块6、支撑滑块7以及固定块8；所述调节滑块6和支撑滑块7活动套设在所述立轴5上，可沿立轴5的轴向方向往复移动；所述固定块8固定设置在所述立轴5的底端；所述电解发生器调节装置3还包括调节框架9，所述调节框架9包括左调节框架10和右调节框架11，所述左调节框架10包括左调节杆12、左第一拉杆13、左第二拉杆14、左第三拉杆15，左调节杆12的第一端铰接在所述调节滑块6的左侧，左调节杆12的第二端与左第一拉杆13的第一端以及左第二拉杆14的第一端共同铰接；所述左第一拉杆13的第二端铰接在所述支撑滑块7的左侧，所述左第二拉杆14的第二端与所述左第三拉杆15的第一端铰接，所述左第三拉杆15的第二端铰接在所述固定块8的左侧；所述右调节框架11包括右调节杆16、右第一拉杆17、右第二拉杆18、右第三拉杆19，右调节杆16的第一端铰接在所述调节滑块6的右侧，右调节杆16的第二端与右第一拉杆17的第一端以及右第二拉杆18的第一端共同铰接；所述右第一拉杆17的第二端铰接在所述支撑滑块7的右侧，所述右第二拉杆18的第二端与所述右第三拉杆19的第一端铰接，所述右第三拉杆19的第二端铰接在所述固定块8的右侧；所述左调节框架10和右调节框架11中的调节杆和各个拉杆均相对于所述立轴5呈轴对称分布；所述调节框架9在所述立轴5的圆周方向上设置有多组，多组所述调节框架9合围形成圆筒形；所述电解发生器调节装置3布置在电解水箱1中，所述电解电极组件4紧密包覆在由多组所述调节框架9合围而成的圆筒形的外侧。

[0026] 为了实现在电解工作过程中电解物料量的及时调整，所述电解水箱包括阴极水箱20和阳极水箱21，所述阴极水箱20通过阴极水管22与阴极水总管23连接；所述阳极水箱21通过阳极水管24与阳极水总管25连接；所述阴极水管22上以及阳极水管24上均分别设置有电磁阀；

为了实现电解制备产物的充分利用，本发明在阴极水箱20上部设置有氢气出气管26，阳极水箱21上部设置有臭氧氧气混合出气管27；所述氢气出气管26与氢气总管连接28，所述氢气总管28与氢气储存装置连接29；臭氧氧气混合出气管27与臭氧氧气混合气总管30连接，所述臭氧氧气混合气总管30与臭氧氧气分离装置31连接；所述臭氧氧气分离装置31包括臭氧输送管32和氧气输送管33，所述臭氧输送管32与臭氧使用装置34连接，所述氧气输送管33与氧气储存装置35连接；所述氧气储存装置35和氢气储存装置29均与氢气可控燃烧装置36连接，所述氢气可控燃烧装置36还连接有凝结水收集装置37和凝结水输送管38，所述凝结水输送管38与阳极水总管25和/或阴极水总管23连接；还设置有热辐射罩，所述热辐射集热罩活动地设置在所述氢气可控燃烧装置的上部，由氢气可控燃烧装置通过燃烧而释放的热量被所述热辐射集热罩集中、吸收和传导给所述升温装置，根据需要，所述升温装置可以将热量传导给所述石墨烯导热材料，所述石墨烯导热材料设置在阴极水箱和阳极水箱中。在不需要对石墨烯导热材料传递热量时，所述热辐射罩不使用，可以从氢气可控燃烧装置上移除。

[0027] 其石墨烯导热材料包括位于芯部的铜质金属导热体，金属导热体外侧包覆有导热橡胶，导热橡胶外侧包覆有石墨烯导热体；所述石墨烯导热体包括位于上表面上绝缘层和位于下表面的下绝缘层；所述上绝缘层下部依次设置有第一纤维增强的层、第一石墨烯层、第一导热流体层、第二石墨烯层、第二导热流体层、第三石墨烯层、第二纤维增强层；第二纤维增强层位于所述下绝缘层的上方；所述第一导热流体层、第二导热流体层均为两端封闭

的封装在石墨烯导热体中的导热流体腔，该导热流体腔内充满导热液；所述导热液为水或导热油；所述第一纤维增强层和第二纤维增强层为导热碳纤维增强层；所述上绝缘层和所述下绝缘层均为导热绝缘橡胶材料。

[0028] 为了检测臭氧的生成量并尽量减少臭氧所经过的仪器设备、降低其降解量，所述臭氧氧气分离装置上设置有臭氧生成量显示装置，所述阴极总管上还设置有抽水装置；还包括控制装置，所述控制装置连接并控制所述电源以及所述阴极水管、所述阳极水管上的所有电磁阀以及相应的抽水装置。

[0029] 氢气燃烧得到的冷凝水可能在电解工作初期不会有太多的量，需要先积攒一段时间，因此，需要设置相应的冷凝水储存装置，凝结水输送管与凝结水储存装置相连，凝结水储存装置通过管道与阳极水总管和/或阴极水总管连接；所述凝结水储存装置设置有输送泵，输送泵与所述控制装置相连；所述氢气可控燃烧装置上还设置有热量辐照装置、报警装置以及自动灭火装置；所述阳极水总管、阴极水总管还分别于外界纯水供应管道相连。

[0030] 所述臭氧生成量显示装置通过测量所生成的氧气的体积来表征臭氧的生成量；所述臭氧氧气分离装置，采用低温分离或分层分离，其中，低温分离是利用热交换器和冷媒质将臭氧和氧气的混合气体的温度降低至臭氧的沸点温度和氧气的沸点温度之间，使臭氧转化为液态，而氧气仍然为气态，从而对氧气和臭氧的混合气体进行分离，分离出气态的氧气和液态的臭氧的方法。分层分离是利用臭氧和氧气的比重不同的原理，使臭氧和氧气静止分层，臭氧的比重比较大，位于下层，氧气的比重比较小，则位于上册，抽出上层或者下层，以此实现臭氧和氧气的分离。

[0031] 为了限制调节装置的调节程度，避免电解电极组件被拉破，本发明立轴上在所述调节滑块的上下方均设置有限位挡片。

[0032] 为了避免腐蚀，所述电解发生器调节装置设置在阴极水箱中。

[0033] 调节完成后需要固定调节后的状态，因此，本发明所述立轴上再所述调节滑块的往复运动行程上设置有多个锁定凹槽，所述调节滑块上设置有与所述锁定凹槽配合的锁定凸起以及锁定解除装置。

[0034] 本发明的工作过程为：

初始状态下，向电解装置中加入电解液，接通电源，电解装置开始工作，此时，电解发生器调节装置中的调节框架处于一个位置，如果向下推到调节滑块，调节滑块沿着立轴向下移动，推动左右调节杆下下移动，左右调节杆进而推动与其铰接的作为调节框架中的各个拉杆，使得整个调节框架发生变形，利用平行四边形易变形的原理，将调节框架撑大，此时，紧密包覆在多组调节框架合围而成的圆筒形外侧的电解电极组件也随之发生一定的弹性变形，使电解电极组件进行一定程度上的展开，使其与电解液的接触面积增大，进而增加电解速率，从而实现臭氧制备速率的增大。由于在立轴上设置有锁定凹槽，并且在调节滑块上设置有锁定凸起，可以在适当的位置将调节滑块锁定，使整个电解发生器组件维持一定的展开程度。当需要再次调整时，调节滑块上的锁定解除装置，将锁定解除，再次改变调节框架的展开程度，继续展开，则进一步增大电解速率；如果缩小调节框架的展开程度，则降低电解速率，可以根据需要反复多次进行调整。

[0035] 本发明还设置有臭氧氧气分离装置，将阳极的电解产物臭氧和氧气进行分离，进行分类利用。本发明采用低温分离技术或分层分离技术将臭氧和氧气分离，分离出来的臭

氧用于消毒使用，分离出来的氧气收集出来，暂存在氧气存储装置中备用。同时本发明还对阴极电解产生的氢气进行收集，设置氢气可控燃烧装置，再将收集得到的纯净氧气和氢气在氢气可控燃烧装置中进行可控条件下的燃烧，将这些产物消耗掉，由于氢气和氧气燃烧之后的产物是纯水，这些水是不含其它杂质的纯净水，具有比人工提纯或者过滤制备得到的水更高的纯度，水中几乎不含其它金属离子杂质，将这些水收集起来，作为阴极和/或阳极的电解水原料，避免了外界金属离子的引入，从根本上解决了电解电极组件上会沉积水垢的技术问题，同时还将阳极和阴极的电解产物成分利用，避免了物料浪费，节约了资源。同时，由于将氢气及时收集和燃烧处理，避免了局部氢气浓度的升高，提高了使用安全性，避免发生意外事故。

[0036] 本发明在阴极总管上还设置有抽水装置，阴极的电解产物同时还有水，这些水会使阴极水槽中的水位慢慢升高，也会对电解的正常进行产生不利影响，本发明采用抽水装置，定时开启或者根据需要开启抽水，将阴极中多余的电解水抽出，避免过量的阴极水对电解产生不利影响。同时，由于电解电极组件的扩张与收缩会对位于电解电极组件两侧的阳极水箱和阴极水箱中的电解液液位产生影响，即，在电解电极组件扩张时，位于电解电极组件内侧的液位会下降，而位于其外侧的液位会上升，如果电解电极组件收缩，则其内侧的液位上升，外侧的液位下降。为了将液位能实时保持在一个合理的水平，该抽水装置还可以配合阴阳极水管使用，以维持一个合理的内外液面高度。

[0037] 本发明在阴极水箱中设置有石墨烯导热材料，该石墨烯导热材料与外界散热装置连接，提高了电解发生器组件的散热效果。现有技术中一般直接借助电解液对电解组件进行散热冷却，但是这一被动冷却方式的冷却效果并不好，而臭氧又是对温度极为敏感的物质，过高的温度会导致臭氧分解消失，而且还会对电解反应的平衡产生影响，不利于提高电解效率。本发明设置主动式散热装置，石墨烯材料具有优异的导热效果，采用石墨烯导热材料将电解发生器组件中的热量及时导出，并借助设置在外界的散热装置将这些热量及时散发出去，实现了对电解发生器组件的主动式降温冷却，具有良好的冷却效果，有效避免了高温对臭氧的不利影响，提高电解制备臭氧设备的效能。

[0038] 此外，本发明的石墨烯导热材料配合外部换热装置使用，可以实现电解组件的热量的及时散发、冷却也可以实现对其进行适当的加热。本发明的阴阳极水箱的一侧也采用具有良好导热性能的材料制成，使得水箱中的热量及时散发出来，避免其内部发生热量的积累。本发明还利用了氢气燃烧的热量，如果臭氧制备装置停机，但是其内部还残留有一定量的臭氧，这些臭氧会对装置的零部件造成一定的氧化和腐蚀，而臭氧本身又对温度极为敏感，在较高温度下可以分解为氧气。因此，本发明借助氢气燃烧后得到的热量，采用热辐射罩将这些热量汇集起来，传导给石墨烯导热材料，石墨烯导热材料将这些热量传导到已经停机的电解组件中，对其进行加热，而残留在其中的臭氧在高温下随即发生分解，有效避免了臭氧的残留和对设备零部件的腐蚀，起到了良好的防腐蚀作用，并实现了自身产物的物尽期利用。

[0039] 本发明在臭氧氧气分离装置上设置有臭氧量显示装置，该臭氧量显示装置通过测量所生成的氧气的体积来表征臭氧的生成量，本发明采用侧面对应的方式测量和表征臭氧的制备生成量，尽量降低了对臭氧的外界影响，减少制备得到的臭氧所经过的仪器或设备量。电解制备臭氧的阳极反应如下：

$H_2O \rightarrow 1/3O_3 + 2H^+ + 2e^-$

$H_2O \rightarrow 1/2O_2 + 2H^+ + 2e^-$

根据这一阳极反应可知，电解阳极制备得到的臭氧量和氧气量是存在有一定比例关系的，根据测得的氧气量可以推算出同时生成的臭氧量。由于臭氧在常规条件下极不稳定，很容易发生分解，而氧气却极为稳定，常规条件下一般不会发生性状的改变，属于比较容易测量的物质，因此，本发明采用直接测量氧气的方式间接反映臭氧的生成量，避免了对臭氧气体的外界干扰，通过数学换算的方式用氧气的量来表征臭氧的量，相对于现有技术中测量臭氧水浓度的方式，本发明的测量和表征方式更为准确也更能确切地反映出一台电解制备臭氧设备的工作效能。

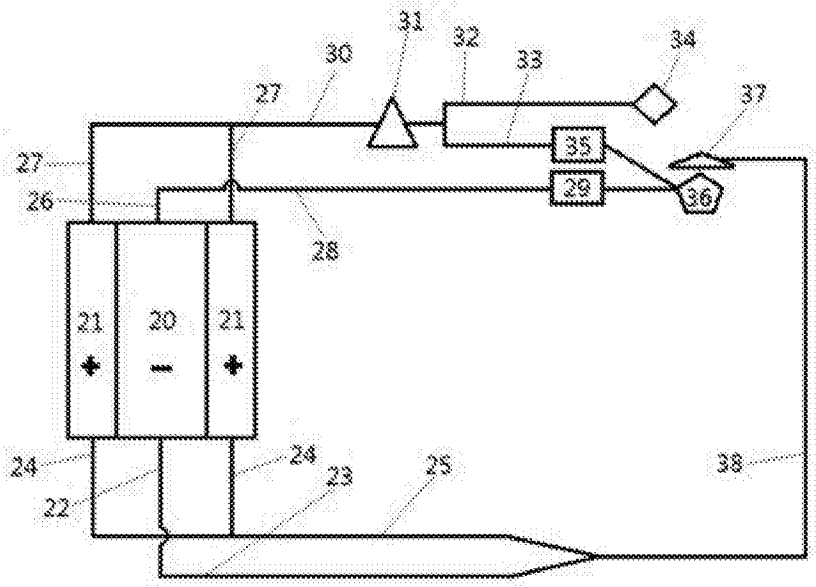

31
32
34
30
33
27
37
35
27
29
26
36
28
21
20
21
24
24
23
25
38
22

图1

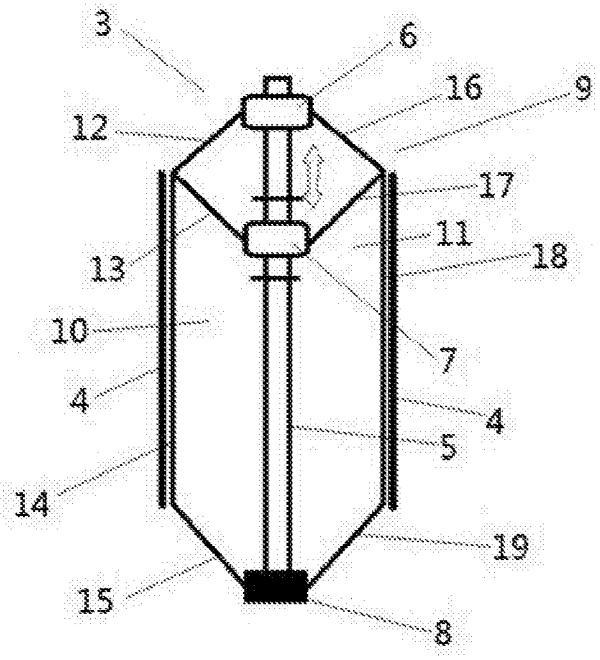

3
6
16
9
12
17
11
18
13
10
7
4
4
5
14
19
15
8

图2

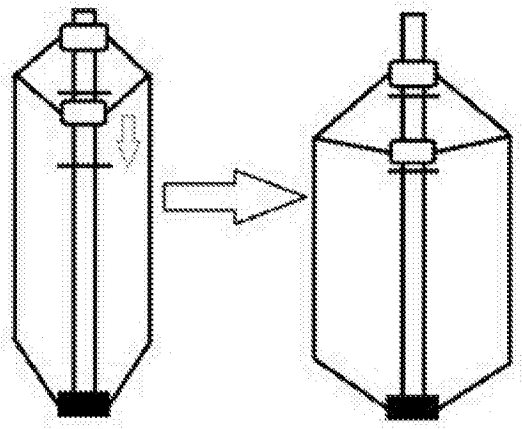


图3