



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115321663 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 11

(21) 申请号 202011046512.3

(22) 申请日 2020.09.21

(71) 申请人 青岛大学

地址 266071 山东省青岛市市南区宁夏路
308号

(72) 发明人 王森 狄丽燕 孔范龙

(51) Int. Cl.

C02F 3/00 (2006.01)

C02F 3/32 (2006.01)

C02F 3/34 (2006.01)

H01M 8/16 (2006.01)

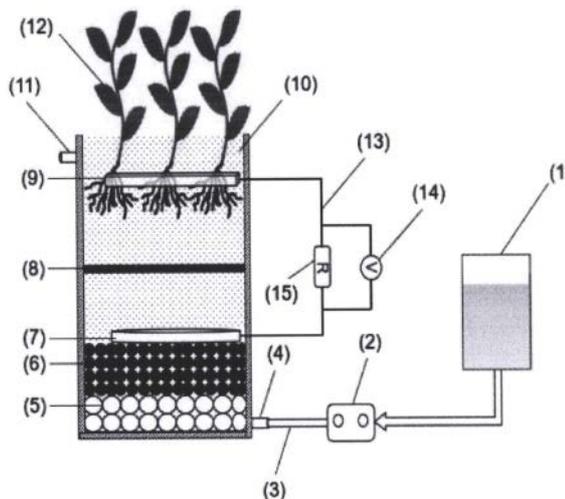
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 发明名称

一种处理硝基苯废水的人工湿地微生物燃料电池耦合装置

(57) 摘要

本发明提供了一种处理硝基苯废水的人工湿地微生物燃料电池耦合装置,属于污水处理领域和环境保护技术领域。沿水流方向依次设置有砾石层、活性炭层、阳极、玻璃棉、沙子层、阴极、挺水植物。在砾石层下方设置进水口,沙子层上方设置出水口。阳极经外部电路和阴极连接,同时将万用表连接在外部电阻以测定输出电压。本发明利用植物的根系泌氧作用提高阴极的氧气利用率和微生物的活性,提高对硝基苯废水的降解效能和电子传递效率,增强后续人工湿地微生物燃料电池的净化效果和产电性能。



1. 一种处理硝基苯废水的人工湿地微生物燃料电池耦合装置,其特征是:沿水流方向由下向上依次设置砾石层、活性炭层、阳极、玻璃棉、沙子层、阴极、挺水植物。砾石层下方设置进水口,沙子层上方设置有出水口,阳极经外电路的导线与阴极相连,同时将万用表连接在外部电阻以测定输出的电压。

2. 根据权利要求1所述的一种人工湿地微生物燃料电池耦合装置,其特征在于:所述湿地系统由不透水材料构成。

3. 根据权利要求1所述的一种人工湿地微生物燃料电池耦合装置,其特征在于:湿地系统采用多介质滤床构建而成,所述基质为(5)砾石层、(6)活性炭层和(10)细沙层中的任意一种或几种的混合物。

4. 根据权利要求1所述的一种人工湿地微生物燃料电池耦合装置,其特征在于:所述的植物(12)为具有根系泌氧作用的植物。

5. 根据权利要求1所述的一种人工湿地微生物燃料电池耦合装置,其特征在于:所述的植物(12),种植密度为8-12株/m²。

6. 根据权利要求1所述的一种人工湿地微生物燃料电池耦合装置,其特征在于:在人工湿地微生物燃料电池耦合装置下层的厌氧区(阳极室)由微生物降解硝基苯产生电子和质子,上层由湿地植物根系泌氧形成好氧区(阴极室),便于将硝基苯降解产生的苯胺进一步矿化。电子经外电路(13)传递到阴极形成电流,并由阴/阳极室的氧化电位差产生电压从而构成人工湿地微生物燃料电池耦合装置。

一种处理硝基苯废水的人工湿地微生物燃料电池耦合装置

技术领域

[0001] 本发明涉及处理难降解废水处理、微生物同步产电技术领域,具体涉及一种处理硝基苯废水的人工湿地微生物燃料电池耦合装置。

背景技术

[0002] 硝基苯(Nitrobenzene,NB)作为一种复杂的硝基芳族化合物,具有致畸、致癌、致突变性和高毒性,美国环境保护署将硝基苯列为了“优先控制的污染物”之一。传统的处理方法包括物理吸附法,化学法等,但这些方法普遍存在成本高、处理效率低和二次污染严重的缺陷,因此寻找一种能耗低,处理效果好且能够实现能量转换的方法来处理硝基苯废水迫在眉睫。

[0003] 人工湿地型微生物燃料电池系统结合了人工湿地系统和微生物燃料电池系统的优势功能,克服了各自在污水处理上的不足。即在人工湿地系统的底部实现厌氧条件、表面好氧条件从而可以有效地满足微生物燃料电池系统的实现条件来形成耦合系统,可以在有效降解硝基苯废水中污染物的同时进行产电。其工作原理为:阴极室一般为好氧条件,而阳极室多为厌氧条件,系统通过产电微生物降解硝基苯等有机物产生电子,然后电子通过外电路的导线传递给阴极室的电子受体产生电流,实现氧化还原反应。人工湿地技术和微生物燃料电池技术的结合不仅拓展了二者处理污染物的种类,同时提高了污水的处理效率和处理规模。但是在处理一些难降解的有毒污染物时,会由于阴极室溶解氧浓度的不足,不能确保污染物的进一步降解,从而影响污水的出水水质。虽然有一些研究者通过曝气、电驱动旋转阴极等方式来提高阴极溶解氧的浓度,但又额外增加了电能的消耗。因此筛选出一种根系分泌氧气能力较强的且对硝基苯废水具有较高耐受性的湿地植物十分有必要。

[0004] 植物根系泌氧作为人工湿地中湿地植物最重要的特征之一,一般用于植物的根部呼吸,使其相邻区域被氧化,从而产生好氧区域、厌氧区域和兼性好氧区域,为各种呼吸类型的微生物提供适宜的生存环境。因此根系泌氧可以使人工湿地系统中溶解氧浓度及其微生物群落结构发生变化,对污水中污染物的去除具有一定的积极意义。然而目前关于植物根系泌氧对人工湿地型微生物燃料电池系统处理硝基苯废水的研究尚未见报道。本发明基于不同湿地植物具有不同的植物根系泌氧能力,来探究不同植物根系泌氧对人工湿地型微生物燃料电池系统处理硝基苯废水的影响,从而为人工湿地型微生物燃料电池系统处理硝基苯废水时植物的选择提供新的选择和技术支持。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为了克服人工湿地微生物燃料电池耦合装置处理硝基苯废水时阴极室溶解氧浓度低的不足,提供一种基于湿地植物类型的人工湿地微生物燃料电池耦合装置处理硝基苯废水,以提高系统处理硝基苯废水和产电的能力。

[0006] 本发明根据湿地挺水植物具有较强的根系泌氧能力,将光合作用和气体交换获得的 O_2 输送到根部,保持根部适宜的 O_2 浓度从而促进植物的生长,同时也会将 O_2 释放到根际环

境,以克服阴极室溶解氧浓度低的不足,提高硝基苯废水的去除效率和产电特性。其具体方案是:一种处理硝基苯废水的人工湿地微生物燃料电池耦合装置,其特征在于:所配的硝基苯废水由进水系统(1)经蠕动泵(2)和进水管(3)连接进入到人工湿地微生物燃料电池耦合装置,再沿着水流方向由下向上依次设置进水口(4)、砾石层(5)、活性炭层(6)、阳极(7)、玻璃棉(8)、阴极(9)、细沙层(10)、出水口(11)、挺水植物(12)。阳极经外电路的导线(13)与阴极相连,同时将万用表(14)和外部1000 Ω 的电阻连接(15)以测定输出电压。

[0007] 本发明中所述的人工湿地微生物燃料电池耦合装置由圆柱形有机玻璃构成,并使用黑色牛皮纸包裹以形成无光照条件的环境,背对侧设立进出水口,出水口在上端,进水口在下端;

[0008] 本发明中所述的填料在耦合装置中分层装填,自下而上分别是粒径为10-20mm的砾石层(5)、粒径为2-4mm的活性炭层(6)、粒径为1-2mm的细沙层(10),各填料层按照从下到上粒径依次减小的原则设置,以实现硝基苯废水的有效处理。

[0009] 本发明中所述的湿地植物(12)为具有根系泌氧的植物种植于耦合装置的阴极室,可以为水葱、香蒲和黄花鸢尾等类型植物。

[0010] 本发明中所述的阳极材料(7)和阴极材料(9)均为石墨毡;采用玻璃棉(8)作为分隔材料;

[0011] 本发明中所述的阴极和阳极之间的间距为17cm;阳极通过钛丝(13)与阴极相连,同时将万用表(14)和外部电阻连接(15)以测定输出电压,并在钛丝上涂上环氧树脂密封绝缘。

[0012] 本发明中所述的进水方式采用升流式连续进水,保持稳定的流速,水力停留时间设置为3天,适用水质为COD 500mg/L,NB 20-200mg/L;

[0013] 本发明中所述的运行阶段,在湿地系统运行前,取污水厂厌氧消化池中的厌氧污泥进行驯化培养3周,运行后,稳定4周。

附图说明

[0014] 图1是本发明系统总体结构图;

[0015] 图2是溶解氧图;

[0016] 图3是污水净化效果图;

[0017] 图4是电压图;

具体实施方式

[0018] 为实现本发明实施例的目的、技术方案和优点,下面将结合以下实施例,对本发明进一步说明。显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例,本领域普通技术人员在无需创造性劳动的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。

[0019] 本发明提出的是一种基于植物类型的能够处理硝基苯废水的人工湿地微生物燃料电池耦合装置,包括如下步骤:

[0020] (1) 构建人工湿地微生物燃料电池耦合装置,进水口用塑胶管和蠕动泵相连;

[0021] (2) 准备足量的砾石、活性炭和细沙,分别用清水洗净后,晒干;

[0022] (3) 填装填料,自下而上分别填装砾石层,活性炭层,细沙层;

[0023] (4) 从污水厂厌氧消化池取足量的厌氧污泥,进行硝基苯驯化培养,主要添加不同浓度的硝基苯,持续3周;

[0024] (5) 选择长势良好的湿地挺水植物水葱、香蒲和黄花鸢尾(高度:70-80cm;密度:8-12株/m²)作为耦合装置阴极室表面种植的植物;

[0025] (5) 稳定运行,预培养4周;

[0026] (6) 正式运行。

[0027] 以下结合具体实施例,对本发明进行详细说明。

[0028] 实施例一:进水浓度为分别为COD:500mg/L;硝基苯:20、120、200mg/L。

[0029] 上午9:00采集各系统进水、出水样品,按标准方法测定COD和硝基苯的浓度。水样本分析之前过0.45 μ m孔隙滤膜。利用水质仪(HACH HQ-40d,USA)原位测定溶解氧(DO)。所有化学试剂均为分析级试剂,分析一式三份。

[0030] 采用电脑连接万用表每9分钟记录一次电压,并定期存储。

[0031] 实验结果表明:选择合适的且对硝基苯耐受性较强的植物对于人工湿地微生物燃料电池耦合装置处理硝基苯废水具有积极的作用。在处理200mg/L的硝基苯废水时,香蒲和黄花鸢尾的根系明显受到了较大的损害,产生部分死根,在一定程度上降低了污水处理效率和产电能力;种植水葱的人工湿地微生物燃料电池耦合装置由于其对硝基苯耐受性较强并且在运行过程中保持良好的生长状况,其DO浓度较其它的耦合装置较高,在一定程度上增强了微生物群落的多样性,强化了耦合系统的阴阳极性能,使得耦合装置的净化效果和产电性能有了一定的提高。如图3和图4所示,经过连续三个月运行的实验结果表明,该耦合系统可以有效地处理硝基苯废水,其中种植水葱的耦合系统对COD的平均去除率达到93.8%,硝基苯废水的平均去除率达到93.4%;系统的输出电压在三个月运行期间的平均电压为242mV,最高电压为605mV。因此,我们认为在处理硝基苯废水时选择一种合适的且对其耐受性较强的湿地挺水植物对提高耦合装置的性能具有一定的促进作用。

[0032] 应该理解,尽管参考其示例性的实施方案,已经对本发明进行具体地显示和描述,但是本领域的普通技术人员应该理解,在不背离由权利要求书所定义的本发明的精神和范围的条件下,可以在其中进行各种形式和细节的变化,可以进行各种实施方案的任意组合。

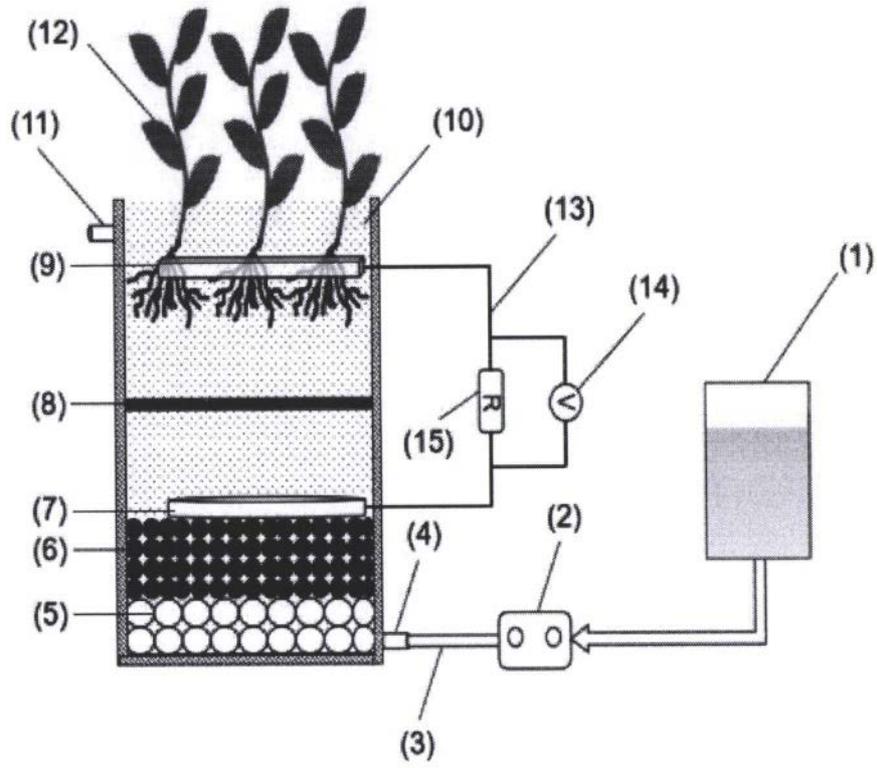


图1

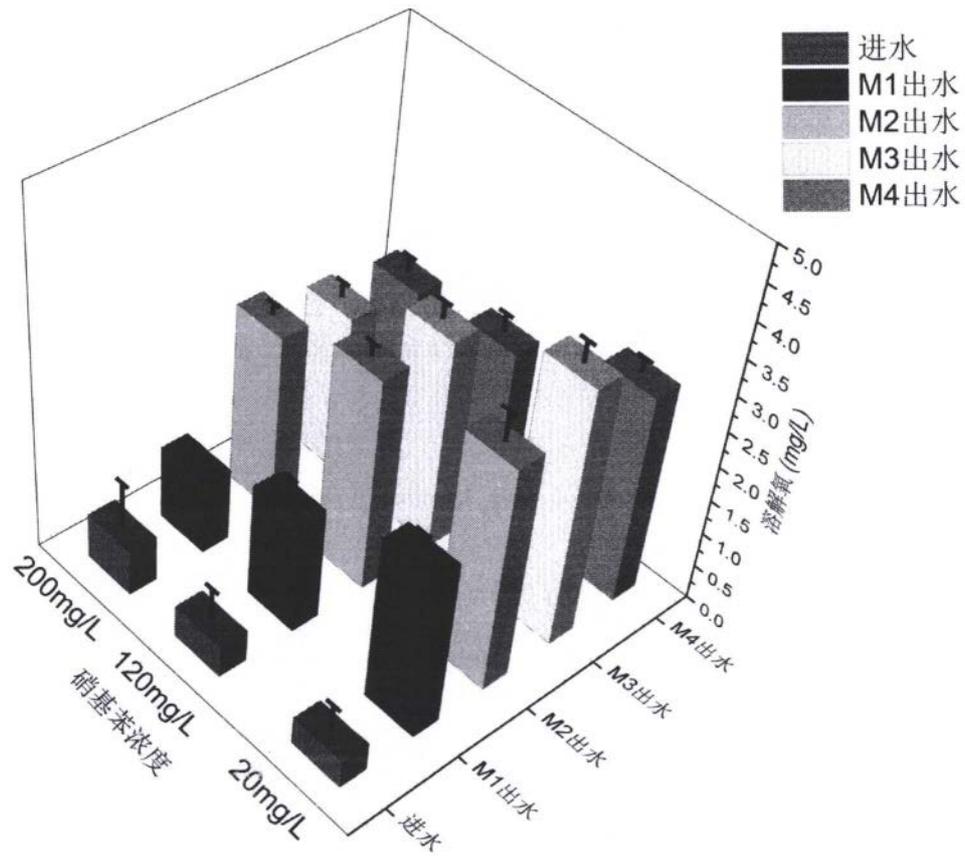


图2

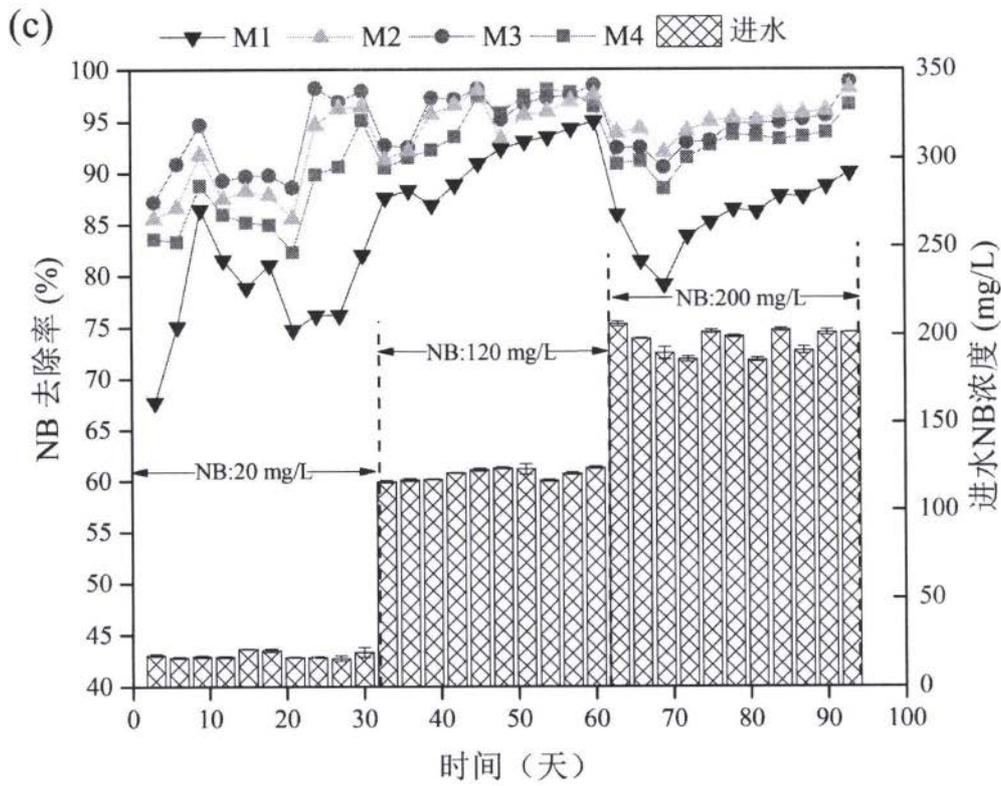
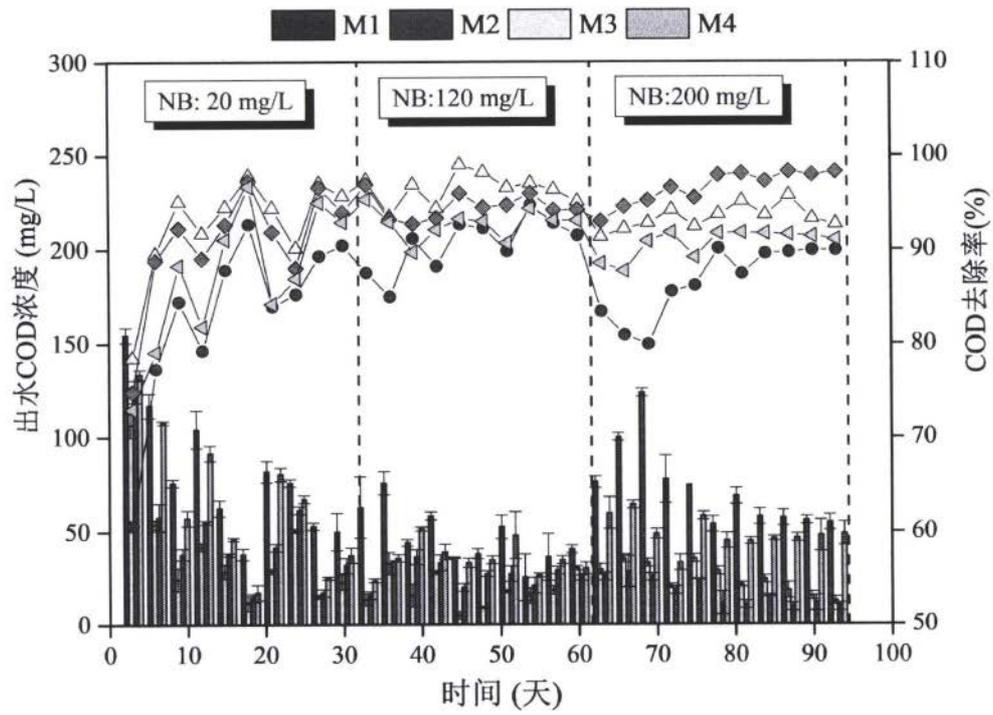


图3

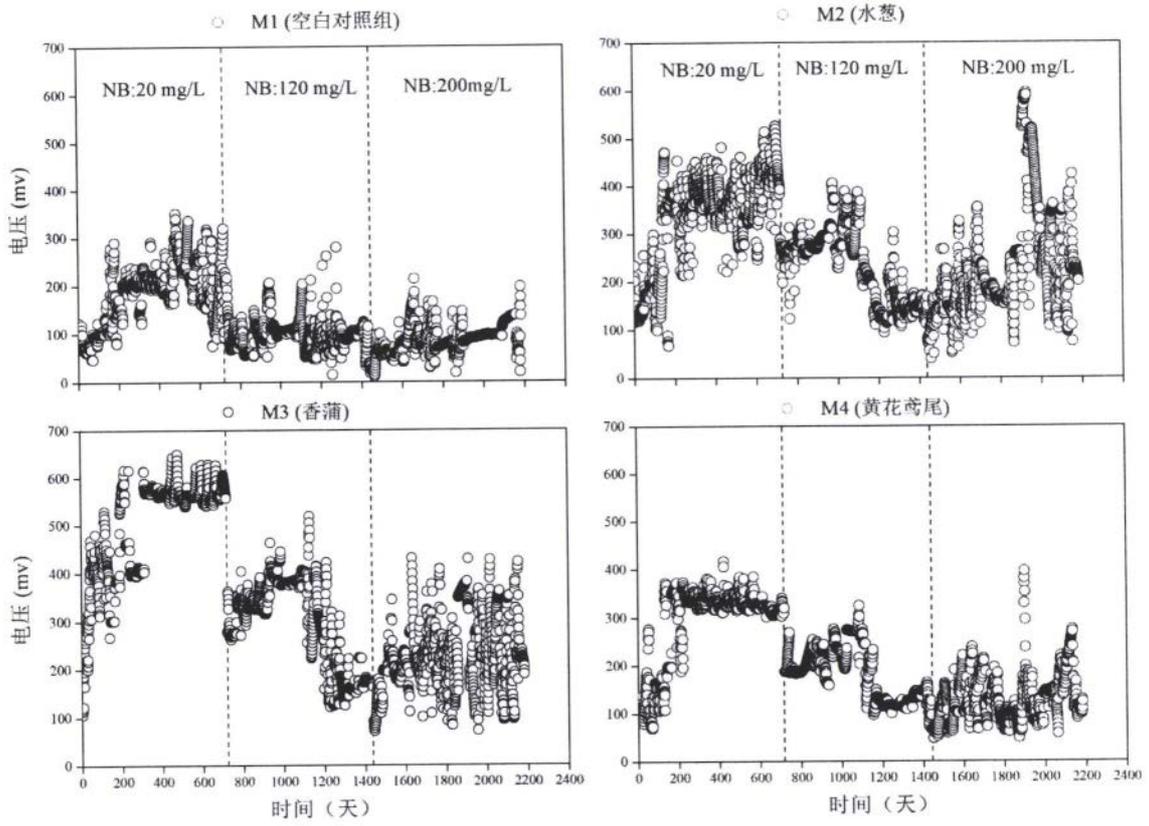


图4