



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118294516 A

(43) 申请公布日 2024. 07. 05

(21) 申请号 202410376015.1

(22) 申请日 2024.03.29

(71) 申请人 大连融科储能技术发展有限公司
地址 116000 辽宁省大连市高新技术产业
园区信达街22号

(72) 发明人 张超 吴静波 王紫雪 刘盛林
刘盛 王世宇

(51) Int. Cl.

G01N 27/48 (2006.01)

G01R 31/382 (2019.01)

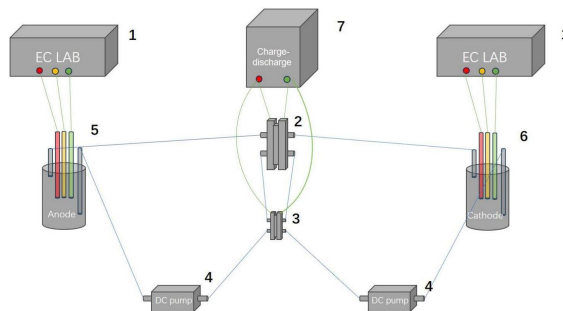
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种液流电池电极在不同充放电状态下的性能检测装置及方法

(57) 摘要

本发明涉及一种液流电池电极在不同充放电状态下的性能检测装置及方法,属于用于液流电池的测试装置技术领域。本发明通过液流电池单堆和SOC电池调控电解液中钒离子的比例,控制充放电状态,通过电化学工作站联合三电极测试装置,获得电池材料在相应充放电状态下的本征电化学性质,实现电池材料在不同SOC状态下电化学性能的原位监测,精确测试电池材料在不同SOC状态下的电化学性能。本发明测试周期短,操作简易,为电池材料的快速筛选及活化提供精确的数据和指导。



1. 液流电池电极在不同充放电状态下的性能检测装置,其特征在于,所述装置包括电化学工作站(1)、液流电池单堆(2)、SOC电池(3)、电解液管理装置(4)、搭载三电极测试装置的正、负极储液罐和充放电仪(7);

其中,液流电池单堆(2)具有正极充放电集成接口、负极充放电集成接口、正极电解液进口、正极电解液出口、负极电解液进口、负极电解液出口;

SOC电池(3)具有正极充放电集成接口、负极充放电集成接口、正极电解液进口、正极电解液出口、负极电解液进口、负极电解液出口;

正极储液罐(5)与电解液管理装置(4)相连通,并实现SOC电池(3)正极电解液进口、SOC电池(3)正极电解液出口、液流电池单堆(2)正极电解液进口、正极电解液出口的依次连接,组成正极电解液循环回路;

负极储液罐(6)与电解液管理装置(4)相连通,并实现SOC电池(3)负极电解液进口、SOC电池(3)负极电解液出口、液流电池单堆(2)负极电解液进口、负极电解液出口的依次连接,组成负极电解液循环回路;

液流电池单堆(2)正极充放电集成接口与充放电仪(7)正极相接,液流电池单堆(2)负极充放电集成接口与充放电仪(7)负极相接;SOC电池(3)正极充放电集成接口与充放电仪(7)相邻通道的正极相接,仅连接电压监测,SOC电池(3)负极充放电集成接口与充放电仪(7)相邻通道的负极相接,仅连接电压监测;

正极储液罐(5)及负极储液罐(6)分别存储有正极电解液及阴极电解液,正、负极电解液分别通过电解液管理装置(4)泵入相应的正极与负极电解液循环回路中。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,正、负极储液罐中三电极测试装置由铂片电极夹夹持的电池材料、铂片电极和饱和甘汞电极组成;正、负极储液罐中的铂片电极夹、铂片电极和饱和甘汞电极依次与电化学工作站(1)的工作电极、对电极和参比电极端口连接,将待检测电池材料夹持在铂片电极夹之间。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,液流电池单堆(2)包括具有正极电解液进口、正极电解液出口、正极充放电集成接口的正极机构以及具有负极电解液进口、负极电解液出口、负极充放电集成接口的负极机构,质子交换膜被夹持在正、负极机构之间,并通过电堆紧固件实现液流电池单堆的组装。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述正极储液罐(5)、负极储液罐(6)、电解液管理装置(4)、三电极测试装置及所述电解液管路选用防腐材料制作。

5. 基于权利要求1所述装置的液流电池电极在不同充放电状态下的性能检测方法,包括以下步骤:

S1. 向正、负极储液罐中分别添加0% SOC状态的电解液,并调整正、负极储液罐中剩余的电解液液面至刚好浸没待检测电池材料;

S2. 在正极储液罐(5)中,通过电化学工作站(1)测量待检测电池材料在0% SOC状态下的 $\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}$ 离子对转化循环伏安曲线,电压区间为0-1.6V vs. SCE,在负极储液罐(6)中,通过电化学工作站测量待检测电池材料在0% SOC状态下的 $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$ 离子对转化的循环伏安曲线,电压区间为-1.2-0V vs. SCE;

S3. 通过恒流充电调节充放电状态,调节SOC状态0-99%,分别通过正、负极储液罐中电化学工作站(1)测量待检测电池材料在该SOC状态下的 $\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}$ 离子对、 $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$ 离子对转化

循环伏安曲线。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,正极储液罐(5)中 $\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}$ 离子对转化的循环伏安曲线电压区间为0-1.6V vs.SCE,在负极储液罐(6)中, $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$ 离子对转化的循环伏安曲线,电压区间为-1.2-0V vs.SCE。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,步骤S3包括:

S3.1通过恒流充电调节充放电状态,调节SOC状态至50%,在正极储液罐(5)中,通过电化学工作站(1)测量待检测电池材料在该SOC状态下的 $\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}$ 离子对转化循环伏安曲线,电压区间为0-1.6V vs.SCE,在负极储液罐(6)中,通过电化学工作站(1)测量待检测电池材料在该SOC状态下的 $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$ 离子对转化的循环伏安曲线,电压区间为-1.2-0V vs.SCE;

S3.2继续通过恒流充电调节充放电状态,调节SOC状态至99%,在正极储液罐(5)中,通过电化学工作站(1)测量待检测电池材料在该SOC状态下的 $\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}$ 离子对转化循环伏安曲线,电压区间为0-1.6V vs.SCE,在负极储液罐(6)中,通过电化学工作站(1)测量待检测电池材料在该SOC状态下的 $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$ 离子对转化的循环伏安曲线,电压区间为-1.2-0V vs.SCE。

一种液流电池电极在不同充放电状态下的性能检测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液流电池电极在不同充放电状态下的性能检测装置及方法,属于用于液流电池的测试装置技术领域。

背景技术

[0002] 液流电池具有安全性高、循环寿命长、环境负荷小、电池材料可循环利用等优势,能够实现较大规模的储能。

[0003] CN107195944A中国专利“一种液流电池调控方法及其调控系统、液流电池”,公开了一种通过正负极储液罐出液口配置SOC检测装置的方案,来实现对液流电池SOC状态的实时监测,但缺乏电池材料在不同SOC状态下的电化学参数的原位检测,无法获得不同SOC状态下的电池材料性能的变化。

[0004] CN114566685A中国专利“基于钒电池SOC估算的电解液流量动态控制系统及方法”,公开了一种多个钒电池电堆串联在储能变换器的正负极之间,相邻两个钒电池电堆的电解液通过电解液管路连通,钒电池测试电堆的电解液与其中一个钒电池电堆的电解液通过电解液管路连通,所述储能变换器用于控制串联的所有钒电池电堆充放电;电池管理系统根据所述随时间变化的荷电状态,调节钒电池储能系统的管路系统的变频器频率,动态控制钒电池储能系统中电解液的流量,但其不能进行在不同SOC状态下的电化学参数的原位检测。

[0005] 目前液流电池领域电池材料性能的检测主要通过单电池的组装与测试,该测试方案往往具有测试周期长,装配复杂,易受工艺、辅料影响等诸多问题,难以实现电池材料性能的准确检测,更无法对不同SOC状态下的电池材料性能进行表征。

发明内容

[0006] 为了解决现有电池材料性能的检测工艺复杂、无法表征不同充放电状态下的电池材料性能的变化,本发明的技术方案是提供了一种液流电池电极在不同充放电状态下的性能检测装置以及采用该装置的检测方法,可直接调控电解液的充放电状态,并原位测试电池材料在相应SOC状态下的本征电化学性质,实现不同的SOC阶段的充放电转换及电池材料在相应SOC下的电化学性能测试。

[0007] 本发明首要目的是请求保护液流电池电极在不同充放电状态下的性能检测装置,所述装置包括电化学工作站、液流电池单堆、SOC电池、电解液管理装置、搭载三电极测试装置的正、负极储液罐和充放电仪;

[0008] 其中液流电池单堆具有正极充放电集成接口、负极充放电集成接口、正极电解液进口、正极电解液出口、负极电解液进口、负极电解液出口;

[0009] SOC电池具有正极充放电集成接口、负极充放电集成接口、正极电解液进口、正极电解液出口、负极电解液进口、负极电解液出口;

[0010] 正极储液罐与电解液管理装置相连通,并实现SOC电池正极电解液进口、SOC电池正极电解液出口、液流电池单堆正极电解液进口、正极电解液出口的依次连接,组成正极电解液循环回路;

[0011] 负极储液罐与电解液管理装置相连通,并实现SOC电池负极电解液进口、SOC电池负极电解液出口、液流电池单堆负极电解液进口、负极电解液出口的依次连接,组成负极电解液循环回路;

[0012] 液流电池单堆正极充放电集成接口与充放电仪正极相接,液流电池单堆负极充放电集成接口与充放电仪负极相接;SOC电池正极充放电集成接口与充放电仪相邻通道的正极相接,仅连接电压监测,SOC电池负极充放电集成接口与充放电仪相邻通道的负极相接,仅连接电压监测;

[0013] 正极储液罐及负极储液罐分别存储有正极电解液及阴极电解液,正、负极电解液分别通过电解液管理装置泵入相应的正极与负极电解液循环回路中。

[0014] 进一步的,正、负极储液罐中三电极测试装置由铂片电极夹夹持的电池材料、铂片电极和饱和甘汞电极组成;正、负极储液罐中的铂片电极夹、铂片电极和饱和甘汞电极依次与电化学工作站的工作电极、对电极和参比电极端口连接,将待检测电池材料夹持在铂片电极夹之间。

[0015] 进一步的,液流电池单堆包括具有正极电解液进口、正极电解液出口、正极充放电集成接口的正极机构以及具有负极电解液进口、负极电解液出口、负极充放电集成接口的负极机构,质子交换膜被夹持在正、负极机构之间,并通过电堆紧固件实现液流电池单堆的组装。

[0016] 优选的,所述正极储液罐、所述负极储液罐、所述电解液管理装置、所述三电极测试装置及所述电解液管路选用防腐材料制作。

[0017] 本发明同时请求保护液流电池电极在不同充放电状态下的性能检测方法,包括以下步骤:

[0018] S1.向正、负极储液罐中分别添加0% SOC状态的电解液,并调整正、负极储液罐中剩余的电解液液面至刚好浸没带检测电池材料;

[0019] S2.在正极储液罐5中,通过电化学工作站测量待检测电池材料在0% SOC状态下的 $\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}$ 离子对转化循环伏安曲线,电压区间为0-1.6V vs.SCE,在负极储液罐中,通过电化学工作站测量待检测电池材料在0% SOC状态下的 $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$ 离子对转化的循环伏安曲线,电压区间为-1.2-0V vs.SCE;

[0020] S3.通过恒流充电调节充放电状态,调节SOC状态0-99%,分别通过正、负极储液罐中电化学工作站测量待检测电池材料在该SOC状态下的 $\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}$ 离子对、 $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$ 离子对转化循环伏安曲线。

[0021] 其中,正极储液罐5中 $\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}$ 离子对转化的循环伏安曲线电压区间为0-1.6V vs.SCE,在负极储液罐中, $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$ 离子对转化的循环伏安曲线,电压区间为-1.2-0V vs.SCE。

[0022] 作为本发明优选的实施例,通过恒流充电调节充放电状态,调节SOC状态至50%,在正极储液罐中,通过电化学工作站1测量待检测电池材料在该SOC状态下的 $\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}$ 离子对转化循环伏安曲线,电压区间为0-1.6V vs.SCE,在负极储液罐中,通过电化学工作站1测

量待检测电池材料在该SOC状态下的 V^{2+}/V^{3+} 离子对转化的循环伏安曲线,电压区间为-1.2-0V vs.SCE。

[0023] 作为本发明另一优选实施例,继续通过恒流充电调节充放电状态,调节SOC状态至99%,在正极储液罐5中,通过电化学工作站测量待检测电池材料在该SOC状态下的 VO_2^+/VO^{2+} 离子对转化循环伏安曲线,电压区间为0-1.6V vs.SCE,在负极储液罐中,通过电化学工作站测量待检测电池材料在该SOC状态下的 V^{2+}/V^{3+} 离子对转化的循环伏安曲线,电压区间为-1.2-0V vs.SCE。

[0024] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0025] 全钒液流电池中电池材料的检测主要通过单电池的组装与测试,该测试方案往往具有冗长的测试周期,冗余的装配工艺,易受工艺、辅料影响而难以获得电池材料的本征性质等诸多问题,难以实现电池材料性能的快速精准检测,更无法对不同SOC状态下的电池材料性能进行表征。本发明提供的液流电池领域电池材料性能的检测装置及方法,可自主改变系统中电解液的SOC状态,并实现电池材料在不同SOC状态下电化学性能的原位监测,可实现精确测试电池材料在不同SOC状态下的电化学性能。

[0026] 本发明测试周期短,操作简易,可为电池材料的快速筛选与电池材料的深度活化提供指导。

附图说明

[0027] 图1液流电池电池材料在不同充放电状态性能检测系统示意图。

[0028] 图2液流电池单堆结构示意图。

[0029] 图3SOC电池结构示意图。

[0030] 图4三电极测试装置示意图。

[0031] 图5待测试电池材料在0%SOC状态下的 VO_2^+/VO^{2+} 离子对转化的循环伏安曲线。

[0032] 图6待测试电池材料在0%SOC状态下的 V^{2+}/V^{3+} 离子对转化的循环伏安曲线。

[0033] 图7待测试电池材料在50%SOC状态下的 VO_2^+/VO^{2+} 离子对转化的循环伏安曲线。

[0034] 图8待测试电池材料在50%SOC状态下的 V^{2+}/V^{3+} 离子对转化的循环伏安曲线。图9待测试电池材料在99%SOC状态下的 VO_2^+/VO^{2+} 离子对转化的循环伏安曲线。

[0035] 图10待测试电池材料在99%SOC状态下的 V^{2+}/V^{3+} 离子对转化的循环伏安曲线。

[0036] 图中标记:1、电化学工作站,2、液流电池单堆,2-1、端板,2-2、耐腐蚀密封件,2-3、浸渍硬石墨板,2-4、碳毡,2-5、质子交换膜,3、SOC电池,3-1、端板,3-2、耐腐蚀密封件,3-3、浸渍硬石墨板,3-4、质子交换膜,4、电解液管理装置,5、正极储液罐,5-1、密封电解池,5-2、铂片电极夹,5-3、电池材料,5-4、铂片电极,5-5、饱和甘汞电极,6、负极储液罐,7、充放电仪。

具体实施方式

[0037] 为更清楚地阐述本公开的目的、技术方案及优点,以下将结合附图对本公开的实施例进行详细的说明。应当理解,下文对于实施例的描述旨在对本公开的总体构思进行解释和说明,而不应当理解为是对本公开的限制。在说明书和附图中,相同或相似的附图标记指代相同或相似的部件或构件。为了清晰起见,附图不一定按比例绘制,并且附图中可能省

略了一些公知部件和结构。

[0038] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”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”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0039] 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”、“相连”、“连接”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;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,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。

[0040] 除非另外定义,本公开使用的技术术语或者科学术语应当为本公开所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性,而只是用来区分不同的组成部分。措词“一”或“一个”不排除多个。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同,而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接,而是可以包括电性的连接,不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”“顶”或“底”等等仅用于表示相对位置关系,当被描述对象的绝对位置改变后,则该相对位置关系也可能相应地改变。当诸如层、膜、区域或衬底基板之类的元件被称作位于另一元件“上”或“下”时,该元件可以“直接”位于另一元件“上”或“下”,或者可以存在中间元件。

[0041] 实施例1

[0042] 如图1所示,本实施例公开的一种液流电池用电池材料在不同充放电状态下性能检测装置,包括:电化学工作站1、液流电池单堆2、SOC电池3、电解液管理装置4、搭载三电极测试装置的正极储液罐5和搭载三电极测试装置的负极储液罐6、充放电仪7。本发明的目的是通过液流电池单堆2和SOC电池3调控电解液中钒离子的比例,控制充放电状态,通过电化学工作站联合三电极测试装置,获得电池材料在相应充放电状态下的本征电化学性质,为电池材料的快速筛选及活化提供精确的数据。

[0043] 电化学工作站1选用上海辰华仪器有限公司的CHI660E,电位范围为 $\pm 10V$,电流范围为 $\pm 250mA$,可实施循环伏安法(CV)、线性扫描伏安法(LSV)、差分脉冲伏安法(DPV)、交流阻抗测量(IMP)、电流-时间曲线(i-t)等多种电分析方法。

[0044] 液流电池单堆2包括端板2-1、耐腐蚀密封件2-2、浸渍硬石墨板2-3、碳毡2-4,选购于辽宁金谷炭材料股份有限公司、 $50\mu m$ 质子交换膜2-5,选购于江苏科润膜材料有限公司。液流电池单堆2具有正极电解液进口、正极电解液出口、正极充放电集成接口的正极机构以及具有负极电解液进口、负极电解液出口、负极充放电集成接口的负极机构,质子交换膜被夹持在正负极机构之间,并通过电堆紧固件实现液流电池单堆的组装。

[0045] SOC电池3包括端板3-1、耐腐蚀密封件3-2、浸渍硬石墨板3-3、 $50\mu m$ 质子交换膜3-4,选购于江苏科润膜材料有限公司。SOC电池3具有正极充放电集成接口、负极充放电集成接口、正极电解液进口、正极电解液出口、负极电解液进口、负极电解液出口。

[0046] 电解液管理装置4由正极直流泵、负极直流泵和电解液循环管路构成,电解液循环管路与液流电池单堆、SOC电池和储液罐按本发明所述方法对应连接。

[0047] 搭载三电极测试装置的正极储液罐5由100ml密封电解池5-1、三电极测试装置组成,三电极测试装置由铂片电极夹5-2夹持的电池材料(10mm*10mm)5-3、铂片电极(10mm*10mm)5-4和饱和甘汞电极组成5-5。储液罐中的铂片电极夹、铂片电极和饱和甘汞电极依次与电化学工作站工作电极、对电极和参比电极端口连接,将待检测电池材料夹持在铂片电极夹之间。

[0048] 正极储液罐5与电解液管理装置4相连通,并实现SOC电池3正极电解液进口、SOC电池3正极电解液出口、液流电池单堆2正极电解液进口、正极电解液出口的依次连接,组成正极电解液循环回路;

[0049] 负极储液罐6与电解液管理装置4相连通,并实现SOC电池3负极电解液进口、SOC电池3负极电解液出口、液流电池单堆2负极电解液进口、负极电解液出口的依次连接,组成负极电解液循环回路;

[0050] 液流电池单堆2正极充放电集成接口与充放电仪7正极相接,液流电池单堆2负极充放电集成接口与充放电仪7负极相接;SOC电池3正极充放电集成接口与充放电仪7相邻通道的正极相接,仅连接电压监测,SOC电池3负极充放电集成接口与充放电仪7相邻通道的负极相接,仅连接电压监测;

[0051] 正极储液罐5及负极储液罐6分别存储有正极电解液及阴极电解液,正、负极电解液分别通过电解液管理装置4泵入相应的正极与负极电解液循环回路中。

[0052] 所述正极储液罐、所述负极储液罐、所述电解液管理装置、所述三电极测试装置及所述电解液管路选用防腐材料制作。

[0053] 实施例2

[0054] 液流电池电极在不同充放电状态下的性能检测方法:

[0055] S1:本实施例中,选用1.6M 3.5价钒-硫酸电解液($V^{3+}:VO^{2+}=1:1$),电解液总体积为140ml,其中正、负极电解液体积各70ml,分别置于正、负极储液罐中。测试时,正极电解液经由正极储液罐5,依次泵入SOC电池3正极电解液进口、SOC电池3正极电解液出口、液流电池单堆2正极电解液进口、液流电池单堆2正极电解液出口,组成正极电解液循环回路,负极电解液经由负极储液罐,依次泵入SOC电池3负极电解液进口、SOC电池3负极电解液出口、液流电池单堆2负极电解液进口、液流电池单堆2负极电解液出口,组成负极电解液循环回路;液流电池单堆2正极充放电集成接口与充放电仪7正极相接,液流电池单堆2负极充放电集成接口与充放电仪7负极相接,SOC电池3正极充放电集成接口与充放电仪7相邻通道的正极相,SOC电池3负极充放电集成接口与充放电仪7相邻通道的负极相接;储液罐中的铂片电极夹、铂片电极和饱和甘汞电极依次与电化学工作站工作电极、对电极和参比电极端口连接,将待检测电池材料夹持在铂片电极夹之间,调整正负极储液罐中剩余的电解液液面至刚好浸没带检测电池材料。

[0056] S2.在正极储液罐5中,通过电化学工作站1测量待检测电池材料在0%SOC状态下的 VO_2^+/VO^{2+} 离子对转化的循环伏安曲线,电压区间为0-1.6V vs.SCE,实验测得曲线如图5所示。在负极储液罐6中,通过电化学工作站测量待检测电池材料在0%SOC状态下的 V^{2+}/V^{3+} 离子对转化的循环伏安曲线,电压区间为-1.2-0V vs.SCE,实验测得曲线如图6所示。

[0057] S3.通过恒流充电调节充放电状态,如调节SOC状态至50%,在正极储液罐中,通过电化学工作站测量待检测电池材料在50%SOC状态下的 $\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}$ 离子对转化循环伏安曲线,电压区间为0-1.6V vs.SCE,实验测得曲线如图7所示。在负极储液罐中,通过电化学工作站测量待检测电池材料在50%SOC状态下的 $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$ 离子对转化的循环伏安曲线,电压区间为-1.2-0V vs.SCE,实验测得曲线如图8所示。

[0058] S4继续通过恒流充电调节充放电状态,如调节SOC状态至99%,在正极储液罐中,通过电化学工作站测量待检测电池材料在99%SOC状态下的 $\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}$ 离子对转化循环伏安曲线,电压区间为0-1.6V vs.SCE,实验测得曲线如图9所示。在负极储液罐中,通过电化学工作站测量待检测电池材料在99%SOC状态下的 $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$ 离子对转化的循环伏安曲线,电压区间为-1.2-0V vs.SCE,实验测得曲线如图10所示。

[0059] 由附图所示结果可知,本发明提供的液流电池领域电池材料性能的检测装置及方法,可自主改变系统中电解液的SOC状态,并实现电池材料在不同SOC状态下电化学性能的原位监测,可实现精确测试电池材料在不同SOC状态下的电化学性能。

[0060] 以上所述,仅为本发明创造较佳的具体实施方式,但本发明创造的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明创造披露的技术范围内,根据本发明创造的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明创造的保护范围之内。

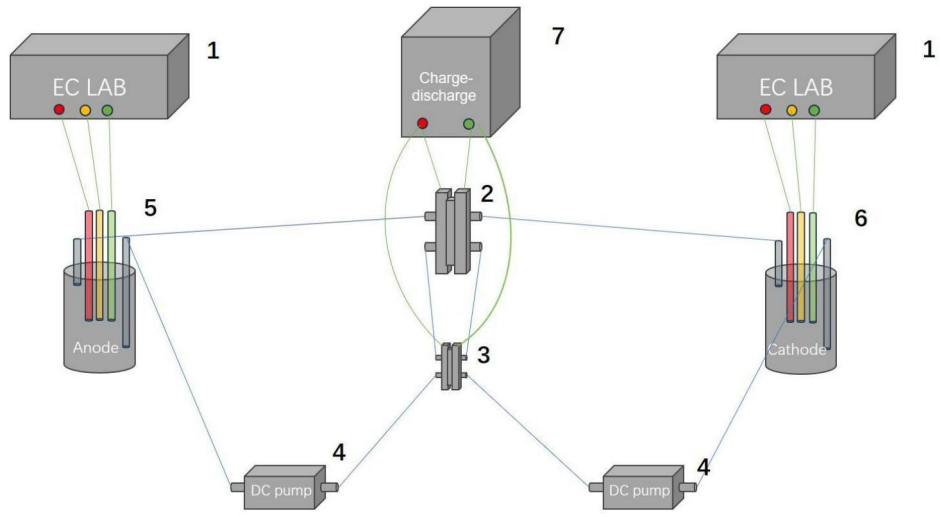


图1

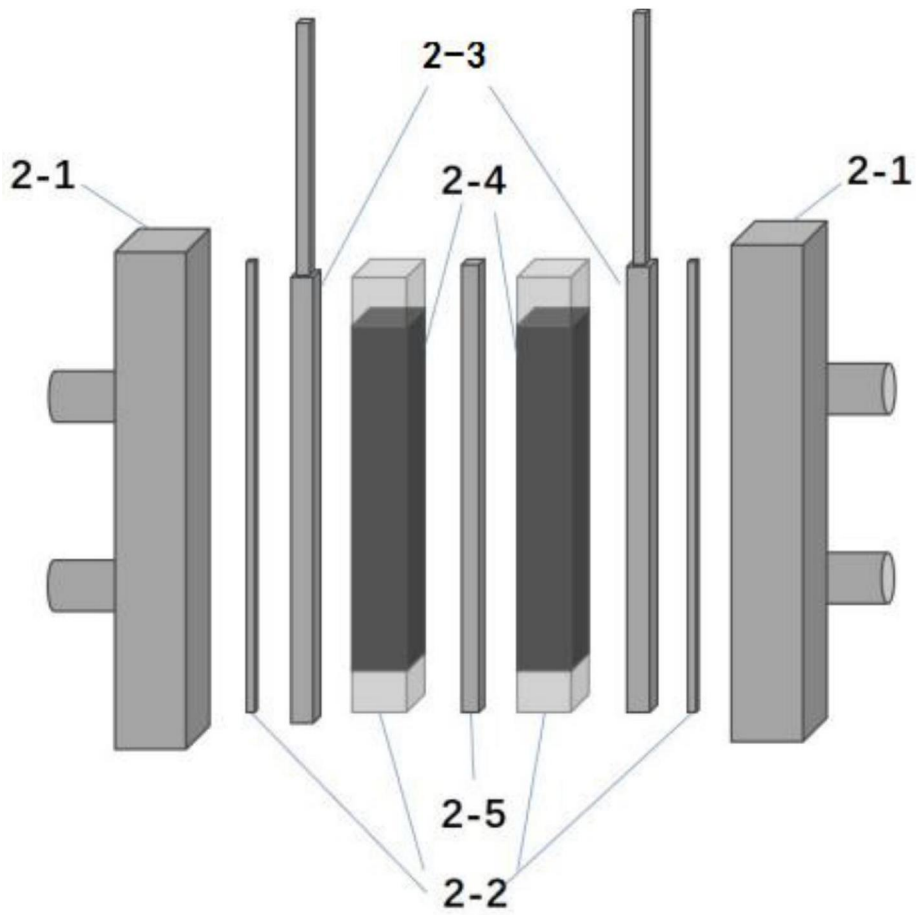


图2

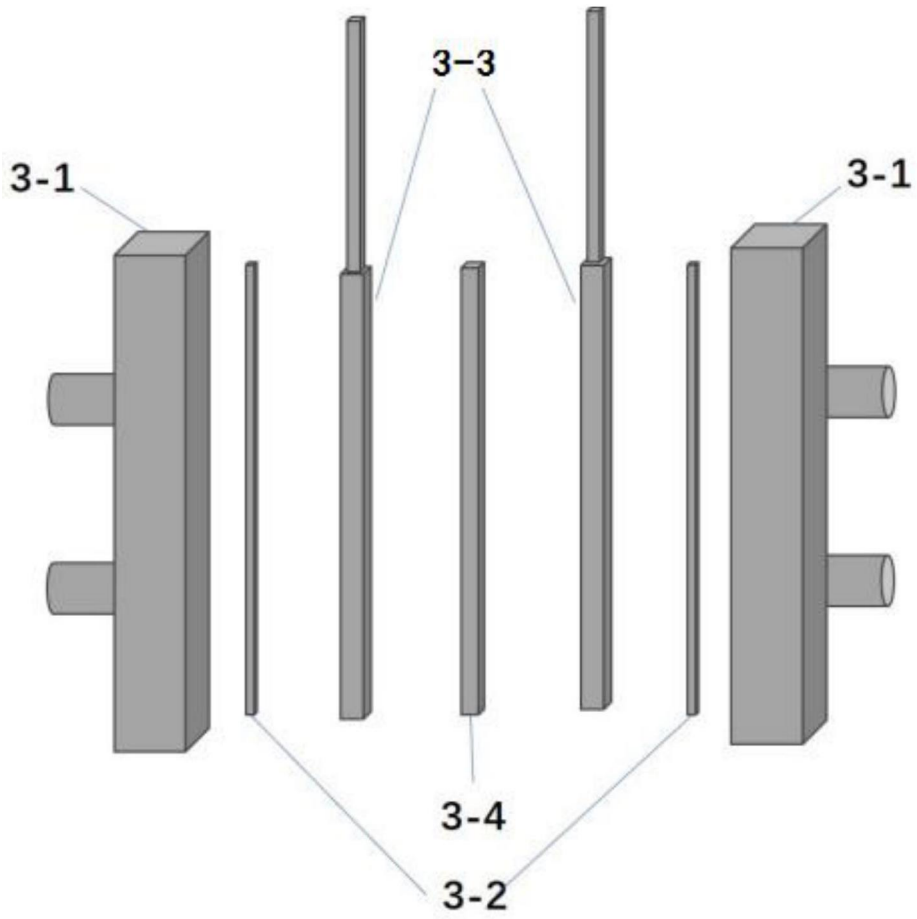


图3

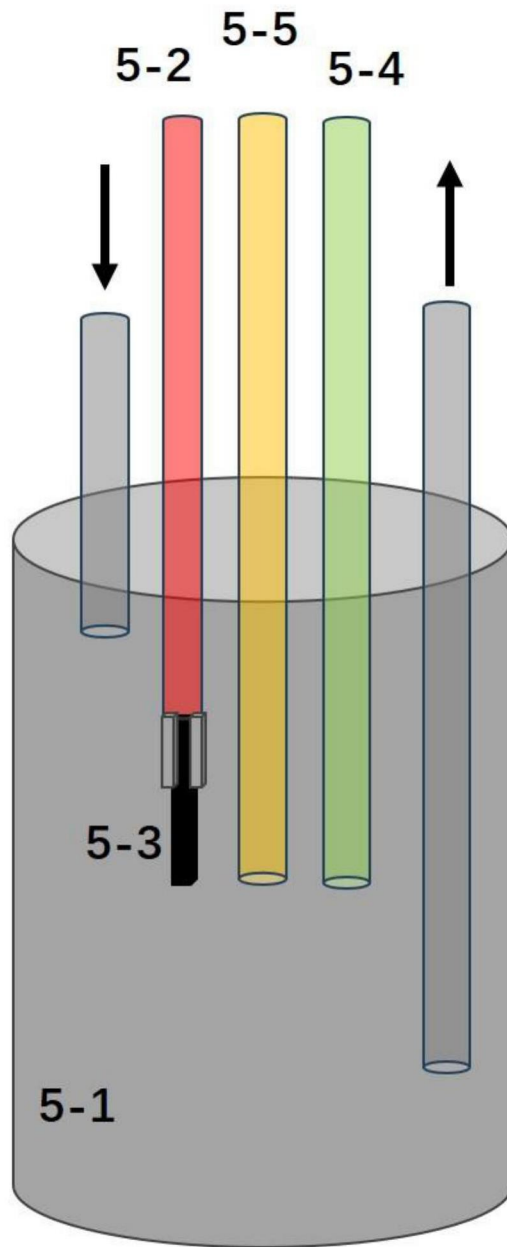


图4

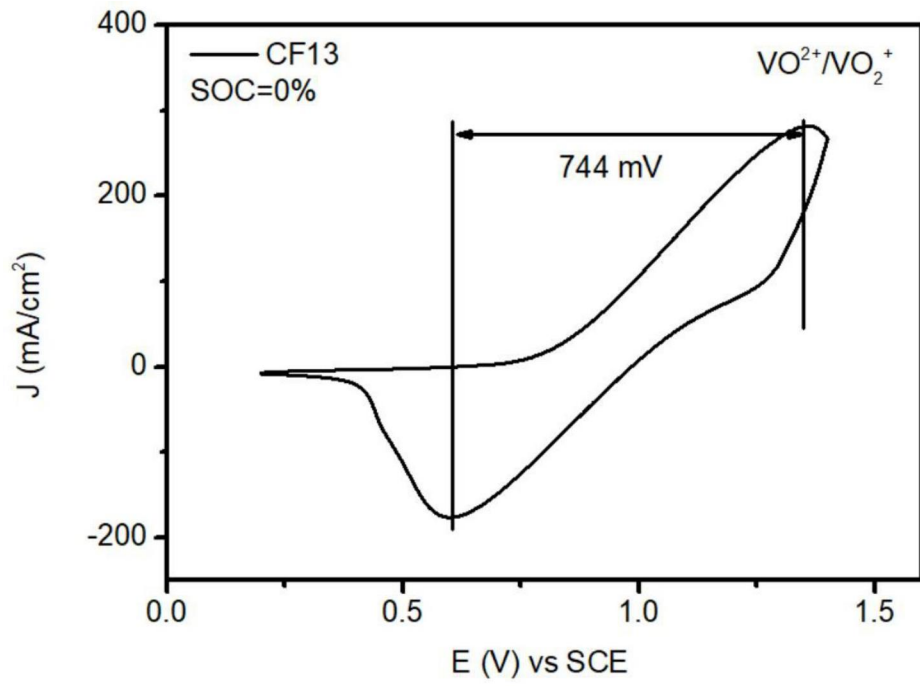


图5

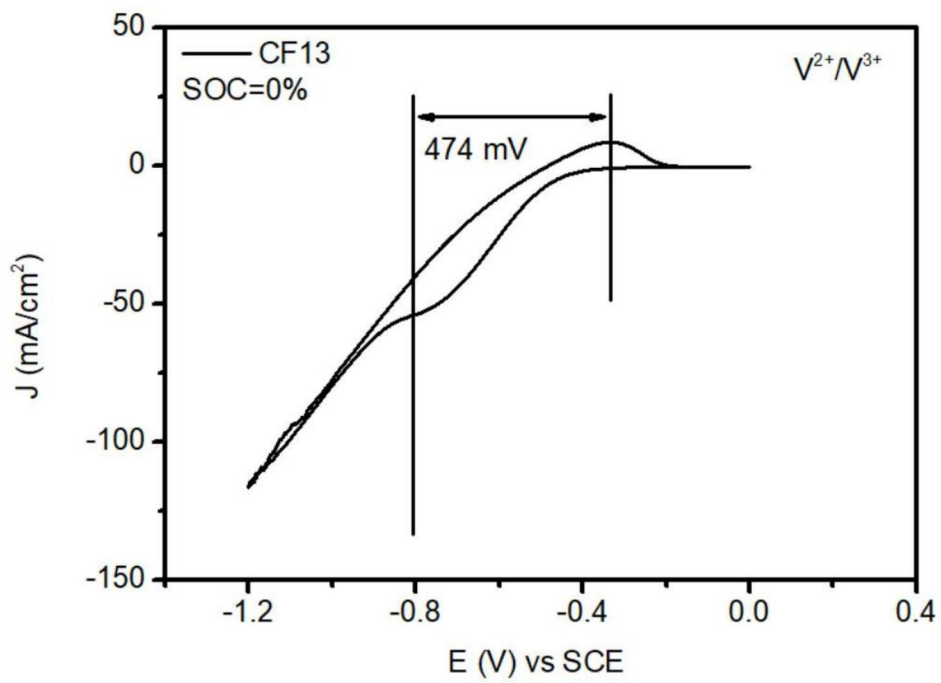


图6

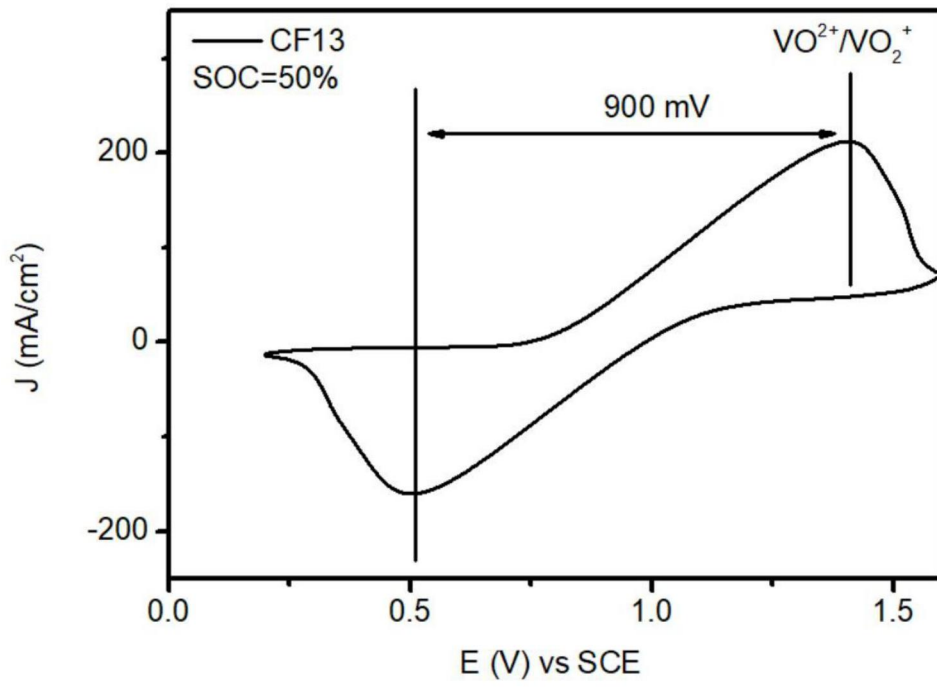


图7

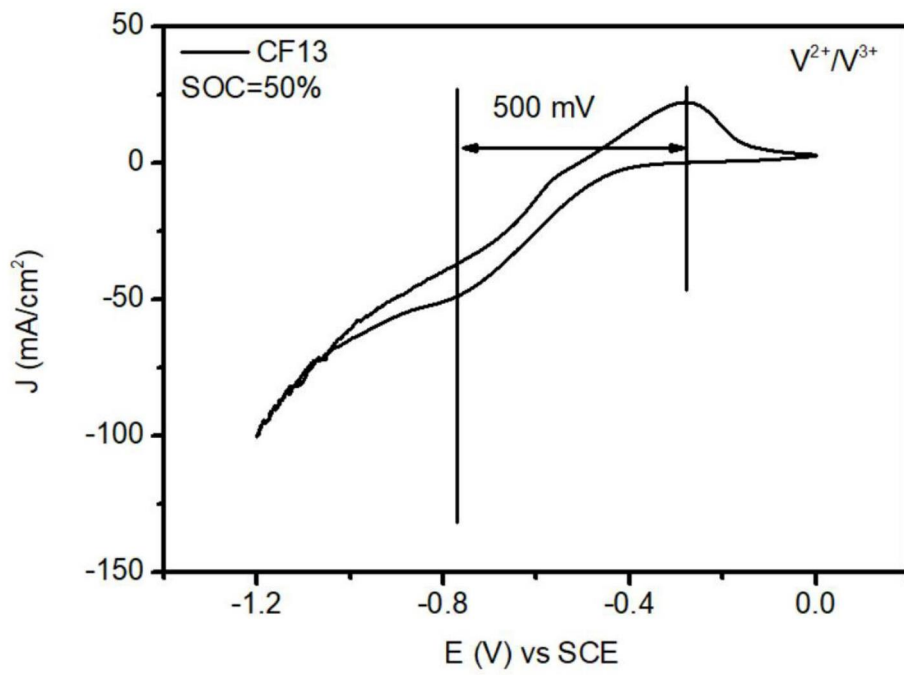


图8

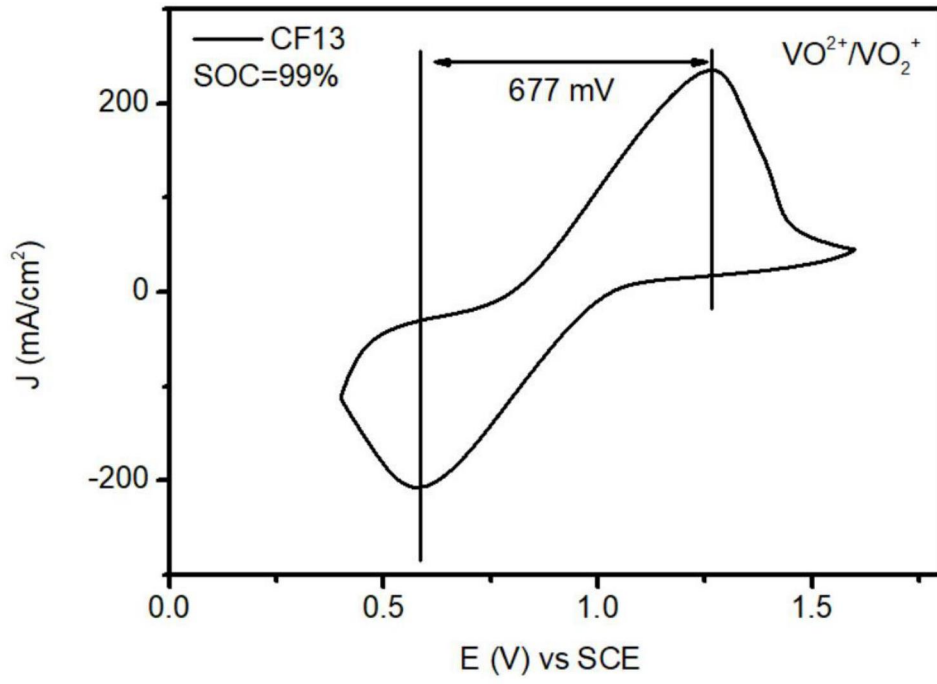


图9

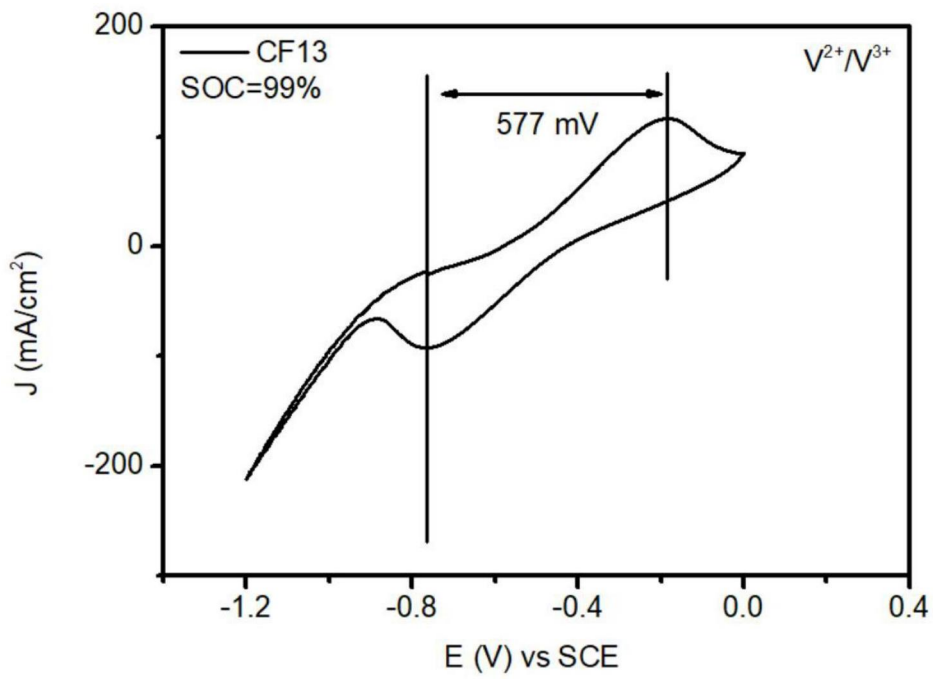


图10