



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120199838 A

(43) 申请公布日 2025.06.24

(21) 申请号 202510375162.1

(22) 申请日 2025.03.27

(71) 申请人 大连融科储能技术发展有限公司
地址 116025 辽宁省大连市大连高新技术产业园区信达街22号

(72) 发明人 刘振 冯伟 初翰林 倪胜蓝
吴静波 王世宇

(74) 专利代理机构 大连星河彩舟专利代理事务
所(普通合伙) 21263
专利代理师 孙晓婷

(51) Int. Cl.

H01M 8/0258 (2016.01)

H01M 8/18 (2006.01)

H01M 8/0221 (2016.01)

权利要求书2页 说明书7页

(54) 发明名称

一种液流电池流场板及其制备方法

(57) 摘要

本发明提出了一种液流电池流场板及其制备方法,属于电池储能技术领域。该方法将鳞片石墨、膨胀石墨和碳纤维在气流混合机中均匀混合得到导电料混合物,后轧制成低密度坯料,再真空模压或辊压成流场板坯体,后通过负压过流浸渗工艺将耐腐蚀强韧型浸渍液填充至流场板坯体内部,得到高密度流场板,经热压整平得到最终流场板成品。本发明所提出的结构补偿型流场板能够有效调控电极部件压缩率,确保电极部件具有充足电化学反应活性面积,提升电解液在电极中分配均一性和传输能力,显著降低液流电池的浓差极化损失、欧姆极化损失及系统泵功耗,确保电池内部反应效率。同时,流场板兼具寿命长、成本低以及生产效率高特性,便于实现工业批量化连续制造。

1. 一种液流电池流场板的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - S1、将鳞片石墨、膨胀石墨和碳纤维进行流态化均匀混合,得到导电料混合物;
 - S2、将所述导电料混合物轧制成密度为 $0.08 \sim 0.2\text{g}/\text{cm}^3$ 的低密度坯料;
 - S3、对所述低密度坯料进行流场结构压制,获得流场板坯体;
 - S4、采用强韧型浸渍液对所述流场板坯体进行负压过流浸渗填充,然后经清洗、固化、烘干,得到高密度流场板;
 - S5、对所述高密度流场板进行加热整平,得到液流电池流场板。
2. 根据权利要求1所述的一种液流电池流场板的制备方法,其特征在于,所述步骤S1中,所述鳞片石墨、膨胀石墨和碳纤维的重量占比分别为 $5 \sim 20\text{wt}\%$ 、 $30 \sim 85\text{wt}\%$ 、 $10 \sim 30\text{wt}\%$;所述鳞片石墨的纯度为98%以上,粒度为 $30 \sim 80\mu\text{m}$;所述膨胀石墨的膨化倍率为 $150 \sim 300$ 倍,粒度为 $30 \sim 120\mu\text{m}$;所述碳纤维的直径为 $5 \sim 10\mu\text{m}$,长度为 $0.05 \sim 1\text{mm}$ 。
3. 根据权利要求1所述的一种液流电池流场板的制备方法,其特征在于,所述步骤S1中采用气流混合机进行物料混合,气流压力为 $0.5 \sim 1\text{MPa}$,混合时间为 $15 \sim 90\text{s}$ 。
4. 根据权利要求1所述的一种液流电池流场板的制备方法,其特征在于,所述步骤S2中,将所述导电料混合物投放置皮带铺装机表面,导电料混合物经过皮带铺装机刺辊铺装后高度为 $50 \sim 150\text{mm}$,再经皮带铺装机上下皮带辊共同挤压与定向作用得到低密度坯料,挤压压力为 $1 \sim 5\text{MPa}$,皮带辊传送速度为 $0.8 \sim 3\text{m}/\text{min}$,低密度坯料高度为 $40 \sim 80\text{mm}$ 。
5. 根据权利要求1所述的一种液流电池流场板的制备方法,其特征在于,所述步骤S3中,采用真空模压或辊压工艺进行流场结构压制;所述真空模压工艺中,真空度为 -0.098MPa 以下,模压压力为 $3 \sim 7\text{MPa}$;所述辊压工艺中,辊径为 $450 \sim 800\text{mm}$,辊速均为 $0.5 \sim 3\text{m}/\text{min}$,辊轧压力为 $4 \sim 10\text{MPa}$ 。
6. 根据权利要求1所述的一种液流电池流场板的制备方法,其特征在于,所述强韧型浸渍液为改性丙烯酸酯树脂,以质量占比计,包含氟化丙烯酸酯 $1\% \sim 10\%$ 、单官能团丙烯酸酯 $30\% \sim 60\%$ 和多官能团丙烯酸酯 $30\% \sim 60\%$;
所述氟化丙烯酸酯为氟烷基甲基丙烯酸酯:分子式为 $\text{RF0OC}-\text{C}(\text{R1})=\text{CH}_2$,式中R1为H或 $-\text{CH}_3$,RF为 $1 \sim 20$ 个碳原子的氟化烷基;
所述单官能团丙烯酸酯包括甲基丙烯酸正丁酯、甲基丙烯酸2-乙基己酯、甲基丙烯酸月桂酯、乙氧基乙氧基乙基丙烯酸酯、甲基丙烯酸十八烷基酯、2-甲基-2-丙烯酸十三烷基酯、甲氧基聚乙二醇甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸正辛酯、甲基丙烯酸异辛酯、甲基丙烯酸-2-乙基己酯、2-丙基庚基丙烯酸酯、甲基丙烯酸异癸酯、乙氧基壬基酚丙烯酸酯中的一种或多种;
所述多官能团丙烯酸酯包括1,4-丁二醇二甲基丙烯酸酯、1,6-己二醇二甲基丙烯酸酯、1,9-壬二醇二甲基丙烯酸酯、二丙二醇二甲基丙烯酸酯、三丙二醇二甲基丙烯酸酯、二乙二醇二甲基丙烯酸酯、三乙二醇二甲基丙烯酸酯、聚乙二醇200二甲基丙烯酸酯、聚乙二醇400二甲基丙烯酸酯、新戊二醇二甲基丙烯酸酯、新戊二醇聚甲基环氧乙烷二丙烯酸酯、乙氧化双酚A二甲基丙烯酸酯中的一种或多种。
7. 根据权利要求1所述的一种液流电池流场板的制备方法,其特征在于,所述流场板坯体的厚度为 $0.5 \sim 1.5\text{mm}$,密度为 $0.5 \sim 1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 。
8. 根据权利要求1所述的一种液流电池流场板的制备方法,其特征在于,所述步骤S4

中,负压过流浸渗工序中操作压力为-0.095MPa以下,过流浸渗时间为15s以上;固化温度为90~95℃,烘干温度为95~105℃;所述高密度流场板厚度为0.5~1.7mm,密度为1.2~1.6g/cm³。

9.根据权利要求1所述的一种液流电池流场板的制备方法,其特征在于,所述步骤S5中,整平压力为3~15MPa,整平温度为110~140℃。

10.一种采用权利要求1-9任一所述制备方法制备得到的液流电池流场板,其特征在于,所述液流电池流场板的压缩永久变形率小于10%,电导率大于300S/cm。

一种液流电池流场板及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于电池储能技术领域,具体涉及一种液流电池流场板及其制备方法。

背景技术

[0002] 相比于无流道敞开式堆芯结构,在液流电池电堆中引入流场结构可大幅提升电解液在电极中分配均一性和传输能力,减少浓差极化损失,增加电池内部电循环性能。当前,流场结构主要采取与双极板一体化成型方式,集成于双极板表面,可称之为流场双极板,例如中国专利202210822747.X提出了一种液流电池用带有流道双极板的制备方法,通过将纳米石墨和碳纳米管与N-甲基吡咯烷酮混合、偶联剂和高分子树脂共混,通过造粒、挤片、热压工序制得一种液流电池用带有流道双极板。但缘于双极板自身机械强度、阻气性以及加工工艺等本体特性要求,现有的流场双极板在使用过程中不具有结构补偿特性,电池系统运行时需严格控制电堆中电极部件的厚度和压缩率,这将极大程度降低电极部件中发生电化学反应活性面积,影响电池内部电化学反应效率,同时大幅增加系统功耗。此外,随着电池使用寿命增加,电极自身发生永久性损耗,导致电堆内部子部件间接触电阻升高,电池内部欧姆损耗增加,电池循环效率不可逆下降。

[0003] 因此,液流电池中流场板的引入不应只考虑电堆中活性电解液传输能力提升,还需结合电堆堆芯结构设计,通过自身可逆性弹性形变以调节电极压紧力平衡,以实现堆芯中各子部件处于最佳工作状态。此外,与双极板类似,流场板亦需具有良好的导电性、导热性和耐腐蚀性,确保电池可长时间平稳运行。

发明内容

[0004] 鉴于现有技术缺陷和不足,本发明提供一种液流电池流场板及其制备方法,以提升液流电池内部电解液传质均一性,调节堆芯压紧状态,提高电极部件的电化学反应活性面积,且产品具有寿命长、成本低以及生产效率高等特性。

[0005] 本发明采用如下技术手段以实现发明目的:

[0006] 一种液流电池流场板的制备方法,包含如下步骤:

[0007] S1、将鳞片石墨、膨胀石墨和碳纤维进行流态化均匀混合,得到导电料混合物;

[0008] S2、将所述导电料混合物轧制成密度为 $0.08 \sim 0.2\text{g}/\text{cm}^3$ 的低密度坯料;

[0009] S3、对所述低密度坯料进行流场结构压制,获得流场板坯体;

[0010] S4、采用强韧型浸渍液对所述流场板坯体进行负压过流浸渗填充,然后经清洗、固化、烘干,得到高密度流场板;

[0011] S5、对所述高密度流场板进行加热整平,得到液流电池流场板。

[0012] 优选的,所述步骤S1中,所述鳞片石墨、膨胀石墨和碳纤维的重量占比分别为 $5 \sim 20\text{wt}\%$ 、 $30 \sim 85\text{wt}\%$ 、 $10 \sim 30\text{wt}\%$;所述鳞片石墨的纯度为 98% 以上,粒度为 $30 \sim 80$ 目;所述膨胀石墨的膨化倍率为 $150 \sim 300$ 倍,粒度为 $30 \sim 120$ 目;所述碳纤维的直径为 $5 \sim 10\mu\text{m}$,长度为 $0.05 \sim 1\text{mm}$ 。

[0013] 优选的,所述步骤S1中采用气流混合机进行物料混合,气流压力为0.5~1MPa,混合时间为15~90s。

[0014] 优选的,所述步骤S2中,将所述导电料混合体投放置皮带铺装机表面,导电料混合体经过皮带铺装机刺辊铺装后高度为50~150mm,再经皮带铺装机上下皮带辊共同挤压与定向作用得到低密度坯料,挤压压力为1~5MPa,皮带辊传送速度为0.8~3m/min,低密度坯料高度为40~80mm。

[0015] 优选的,所述步骤S3中,采用真空模压或辊压工艺进行流场结构压制;所述真空模压工艺中,真空度为-0.098MPa以下,模压压力为3~7MPa;所述辊压工艺中,辊径为450~800mm,辊速均为0.5~3m/min,辊轧压力为4~10MPa。

[0016] 优选的,所述流场板坯体的厚度为0.5~1.5mm,密度为0.5~1.0g/cm³。

[0017] 优选的,所述强韧型浸渍液为改性丙烯酸酯树脂,以质量占比计,包含氟化丙烯酸酯1%~10%、单官能团丙烯酸酯30%~60%和多官能团丙烯酸酯30%~60%;

[0018] 所述氟化丙烯酸酯为氟烷基甲基丙烯酸酯:分子式为RF₂OOCC(R₁)=CH₂,式中R₁为H或-CH₃,RF为1~20个碳原子的氟化烷基;所述氟化丙烯酸酯包括甲基丙烯酸三氟乙酯、甲基丙烯酸四氟丙酯、甲基丙烯酸六氟丁酯、全氟辛基乙基甲基丙烯酸酯、全氟己基乙基甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸十二氟庚酯、全氟丁基乙基甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸八氟戊酯中的一种或多种;

[0019] 所述单官能团丙烯酸酯包括甲基丙烯酸正丁酯、甲基丙烯酸2-乙基己酯、甲基丙烯酸月桂酯、乙氧基乙氧基乙基丙烯酸酯、甲基丙烯酸十八烷基酯、2-甲基-2-丙烯酸十三烷基酯、甲氧基聚乙二醇甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸正辛酯、甲基丙烯酸异辛酯、甲基丙烯酸-2-乙基己酯、2-丙基庚基丙烯酸酯、甲基丙烯酸异癸酯、乙氧基壬基酚丙烯酸酯中的一种或多种;

[0020] 所述多官能团丙烯酸酯包括1,4-丁二醇二甲基丙烯酸酯、1,6-己二醇二甲基丙烯酸酯、1,9-壬二醇二甲基丙烯酸酯、二丙二醇二甲基丙烯酸酯、三丙二醇二甲基丙烯酸酯、二乙二醇二甲基丙烯酸酯、三乙二醇二甲基丙烯酸酯、聚乙二醇200二甲基丙烯酸酯、聚乙二醇400二甲基丙烯酸酯、新戊二醇二甲基丙烯酸酯、新戊二醇聚甲基环氧乙烷二丙烯酸酯、乙氧化双酚A二甲基丙烯酸酯中的一种或多种。

[0021] 优选的,所述步骤S4中,负压过流浸渗工序中操作压力为-0.095MPa以下,过流浸渗时间为15s以上;固化温度为90~95℃,烘干温度为95~105℃;所述高密度流场板厚度为0.5~1.7mm,密度为1.2~1.6g/cm³。

[0022] 优选的,所述步骤S5中,整平压力为3~15MPa,整平温度为110~140℃。

[0023] 采用上述制备方法制备得到的液流电池流场板,该液流电池流场板的压缩永久变形率小于10%,电导率大于300S/cm。

[0024] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0025] 1) 本发明制备了一种具有弹性自适应调节流场板,其引入可以调控电极部件的压缩率及堆芯受力平衡,确保电极部件具有充足电化学反应活性面积,提升电解液在电极中分配均一性和传输能力,减少浓差极化损失,充分保证电池内部电化学反应效率,同时,该流场板所提供的力学补偿特性能够有效增强堆芯子部件间匹配可靠性,降低电池内部欧姆损耗和因流阻增加引起的系统泵功耗上升。

[0026] 2) 氟化丙烯酸酯改性强韧型丙烯酸酯作为流场板主体粘接剂和增韧剂,确保产品具有良好的耐腐蚀性、力学特性和弹性特性。本发明中采取长链氟烷基化丙烯酸酯与烷基化(或乙氧基化)丙烯酸酯复配策略,既可以充分暴露前者结构中高能C-F键,发挥其单体耐腐蚀的优势,又可以调整混合树脂反应速度和粘度,提供良好的浸渗性,赋予流场板良好的力学特性,并可有效控制原料成本。

[0027] 3) 结合流场板自身低密度结构特性,本发明提出一种负压过流浸渗工艺,能在短时间内实现流场板内空隙被树脂浸渗液充分填充,省去传统真空浸渗工艺中干真空浸渗、湿真空二次排气以及高压防流失等复杂工序,大幅缩短制造时间,提升产线连续化生产效率。

[0028] 4) 本发明使用气流式混合机可以克服物料间密度和粒径尺寸差异性,无液体污染,对原料无物理性结构破坏行为,在确保产品具有良好的导电性的同时,可以在短时间内实现石墨导电原料高度混合,大幅提升原料混合效率,且即起即停,更有利于大批量连续化作业施工。

具体实施方式

[0029] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例,对本发明的技术方案作进一步清楚、完整地描述。需要说明的是,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动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。

[0030] 本发明提供了一种液流电池流场板的制备方法,具体工艺步骤如下:

[0031] S1、混料:选取纯度为98%以上、粒度为30~80目、重量占比为5~20wt%的鳞片石墨,膨化倍率为150~300倍、粒度为30~120目、重量占比为30~85wt%的膨胀石墨以及直径为5~10 μ m、长度为0.05~1mm、重量占比为10~30wt%的碳纤维作为流场板核心导电材料,利用气流混合机完成三者均匀混合,原料具体规格和所需重量占比示例如表1所示。混料时,气流混合机气流压力为0.5~1MPa,混合时间为15~90s,在本实施例中,优选气流压力为0.7MPa,混合时间为60s。

[0032] 表1.导电石墨材料组成及占比汇总示例表

实施例	鳞片石墨(目数, wt%)	膨胀石墨(膨化倍率, 目数, wt%)	碳纤维(直径/ μ m, 长度/mm, wt%)
1a	50, 12%	180, 50, 73%	7, 0.2, 15%
1b	50, 8%	180, 80, 80%	7, 0.4, 12%
1c	60, 6%	200, 70, 68%	7, 0.3, 26%
1d	80, 7%	220, 50, 75%	7, 0.6, 18%
1e	80, 10%	200, 80, 65%	7, 0.5, 25%
1f	80, 6%	200, 50, 74%	7, 0.8, 20%

[0034] S2、低密度坯料轧制:将混合好的物料通过下料箱投放置皮带铺装机,随着皮带传送,传送速度为0.8~3m/min,其中优选为2m/min,物料首先经过刺辊铺装,形成堆积高度为

50~150mm的平铺料,后经过上下皮带辊挤压后,挤压压力为1~5MPa,其中优选为4MPa,形成高度为40~80mm,密度为0.08~0.2g/cm³的低密度坯料。

[0035] S3、流场板坯体成型:经步骤S2轧制成型的低密度坯料中鳞片石墨和碳纤维经过膨胀石墨形变所致的勾连、包裹已形成连续性立体结构,低密度坯料具有良好的可加工性,可采用真空模压或辊压工艺对其进行流场结构加工,获得厚度为0.5~1.5mm,密度为0.5~1.0g/cm³的目标流场板坯体;其中,当采用真空模压工艺,真空度为-0.098MPa以下,防止低密度坯料受压过程中表面鼓泡,模压压力为3~7MPa,其中优选为5MPa;当采用辊压工艺,辊径为450~800mm,防止辊径过小导致辊压过程中对低密度坯料产生较高剪切力,辊速均为0.5~3m/min,辊轧压力为4~10MPa,其中优选辊速为2m/min,辊轧压力为8MPa。本实施例中采用真空模压工艺制造厚度为1.0mm、密度为1.0g/cm³的目标流场板坯体。

[0036] S4、高密度流场板成型:真空模压所得流场板坯体虽具有规则流道结构,但自身机械强度较低,不具有实际使用功能特性。采用液体树脂浸渗手段可实现导电石墨材料间高强度结合,赋予流场板坯体力学特性,但传统真空浸渗工艺既耗时,且能耗较高,结合本发明中流场板自身低密度结构特性,本实施例中采用负压过流浸渗工艺完成流场板坯体内树脂填充,其中,负压过流浸渗工序中操作压力为-0.095MPa以下,过流浸渗时间15s以上。同时,考虑目标高密度流场板需具有良好的力学补偿能力,因此需对浸渗树脂组分进行优化设计,开发出一种强韧型浸渍液以赋予流场板坯体优异的弹性特性。

[0037] 本实施例中,所述强韧型浸渍液为改性丙烯酸酯树脂,以质量占比计,包含氟化丙烯酸酯1%~10%、单官能团丙烯酸酯30%~60%和多官能团丙烯酸酯30%~60%。

[0038] 其中,所述氟化丙烯酸酯为氟烷基甲基丙烯酸酯:分子式为 RF0OC-C(R1)=CH_2 ,式中R1为H或-CH₃,RF为1~20个碳原子的氟化烷基;例如甲基丙烯酸三氟乙酯、甲基丙烯酸四氟丙酯、甲基丙烯酸六氟丁酯、全氟辛基乙基甲基丙烯酸酯、全氟己基乙基甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸十二氟庚酯、全氟丁基乙基甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸八氟戊酯中的一种或多种。在本发明中,氟化丙烯酸酯的引入可以大幅提升树脂的耐腐蚀性能,同时,通过调控质量占比可充分暴露C-F键并有效控制浸渗树脂成本。

[0039] 所述单官能团丙烯酸酯包括甲基丙烯酸正丁酯、甲基丙烯酸2-乙基己酯、甲基丙烯酸月桂酯、乙氧基乙氧基乙基丙烯酸酯、甲基丙烯酸十八烷基酯、2-甲基-2-丙烯酸十三烷基酯、甲氧基聚乙二醇甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸正辛酯、甲基丙烯酸异辛酯、甲基丙烯酸-2-乙基己酯、2-丙基庚基丙烯酸酯、甲基丙烯酸异癸酯、乙氧基壬基酚丙烯酸酯中的一种或多种。在本发明中,单官能团丙烯酸酯可以提供较好的浸渗能力和增韧性,并能够有效调控树脂固化反应速度。

[0040] 所述多官能团丙烯酸酯包括1,4-丁二醇二甲基丙烯酸酯、1,6-己二醇二甲基丙烯酸酯、1,9-壬二醇二甲基丙烯酸酯、二丙二醇二甲基丙烯酸酯、三丙二醇二甲基丙烯酸酯、二乙二醇二甲基丙烯酸酯、三乙二醇二甲基丙烯酸酯、聚乙二醇200二甲基丙烯酸酯、聚乙二醇400二甲基丙烯酸酯、新戊二醇二甲基丙烯酸酯、新戊二醇聚甲基环氧乙烷二丙烯酸酯、乙氧化双酚A二甲基丙烯酸酯中的一种或多种。在本发明中,多官能团丙烯酸酯具有适中的反应活性和粘度,可协同其他树脂单体提升树脂综合性能,同时,结构中大量双键基团能够提升树脂内部交联密度,进一步增强树脂的耐腐蚀性和韧性。

[0041] 表2为实施例中强韧型浸渍树脂组分构成及占比示例表。

[0042] 表2.强韧型浸渍树脂组分构成及占比示例表

实施例	组分（以质量占比为计）
2a	全氟辛基乙基甲基丙烯酸酯，8% 甲基丙烯酸2-乙基己脂，24% 甲基丙烯酸异癸脂，16% 二乙二醇二甲基丙烯酸酯，32% 聚乙二醇400二甲基丙烯酸酯，20%
2b	甲基丙烯酸十二氟庚脂，6% 甲基丙烯酸正丁酯，27% 甲基丙烯酸异辛脂，18% 1,6-己二醇二甲基丙烯酸酯，14% 三乙二醇二甲基丙烯酸酯，35%
2c	甲基丙烯酸八氟戊脂，7% 甲基丙烯酸月桂脂，23% 2-丙基庚基丙烯酸酯，22% 三丙二醇二甲基丙烯酸酯，21% 新戊二醇聚甲基环氧乙烷二丙烯酸酯，27%
2d	全氟丁基乙基甲基丙烯酸酯，5% 甲基丙烯酸异辛脂，30% 2-甲基-2-丙烯酸十三烷基酯，16% 新戊二醇二甲基丙烯酸酯，32% 聚乙二醇200二甲基丙烯酸酯，17%

[0044] 经过浸渗后的流场板坯体经清洗,水浴固化,烘干工序即可得到高密度流场板。其中,水浴固化温度为90~95℃,烘干温度为95~105℃,所得高密度流场板厚度为0.5~1.7mm,密度为1.2~1.6g/cm³。在本实施例中,优选水浴固化温度为93℃,烘干温度为102℃,所得高密度流场板厚度为1.0mm,密度为1.4g/cm³。

[0045] S5、流场板整平:采用加热平板硫化机对浸渗成型后的高密度流场板完成加热整平,得到最终液流电池流场板成品,其中整平压力为3~15MPa,整平温度为110~140℃,在本实施例中,整平压力为6.5MPa,整平温度为135℃。

[0046] 实施例1-6为采用上述制备工艺,选取不同种类、规格以及重量占比的导电石墨材料结合不同丙烯酸单体复配形成的强韧性树脂浸渗液,所制备出液流电池流场板,其各项性能测试结果如表3所示。

[0047] 表3.实施例1-6所制得流场板性能参数测试结果

实施例	组合方式	拉伸强度 (MPa)	压缩永久变形 (60°C/24h)	电导率 (S/cm)
1	1a+2a	23	9%	328
2	1b+2c	24	8%	362
3	1c+2a	29	5%	323
4	1d+2d	26	7%	351
5	1e+2b	28	4%	312
6	1f+2c	31	6%	337

[0049] 由表3数据可以发现,实施例1~6所制备的新型液流电池流场板表现出优异的导电性和力学特性,其电导率可达到300S/cm以上,同时,还可兼顾良好的拉伸强度和回弹特性。功能性方面,此种类型的流场板可在确保电堆堆芯具有较低欧姆阻抗的情况下,有效调控电极部件压缩率,优化电解液在电极中分配均一性和传输能力,提升电化学反应效率,减少浓差极化损失和系统功耗。材料方面,氟化强韧型浸渗树脂作为流场板碳材料粘结剂和结构增强剂,自身具有优异的浸渗性和抗腐蚀性,可以实现流场板内不同构型碳组分高强度粘合,并赋予流场板良好的力学特性,满足其自身功能化结构需求。工艺方面,气流混合和负压过流浸渗工艺的使用可以确保产品具有良好的导电性和品控合格率,同时大幅提升产品制造效率,实现规模化批量制造。

[0050] 以上述实施例3所制得液流电池流场板为例,组装成液流电池,测试其应用效果;并设置对比例为同尺寸、同版型结构的传统硬质流场双极板所组装的液流电池,其他电极、离子膜等电池组件也均与实施例3相同,充放电电流密度为300mA/cm²,循环测试均为1000次,对比结果如表4所示。

[0051] 表4. 实施例3所制得流场板与传统流场板组装电池性能对比

	库伦效率	电压效率	能量效率
实施例3(初始)	98.0%	74.5%	73.0%
对比例(初始)	97.8%	72.8%	71.2%
实施例3(终止)	97.8%	74.4%	72.8%
对比例(终止)	97.4%	70.2%	68.3%

[0053] 由表4的对比结果显示,本发明所制备的具有结构自适应调节特性的流场板能够有效调控液流电池中电极部件压缩率,提升电解液在电极中分配均一性,减少浓差极化损失,充分保证电池内部电化学反应效率,继而获得更高的初始性能。经过一段时间运行后,传统电池结构中电极等子部件发生永久性损耗,电池性能明显下降,而本发明中流场板所提供的力学补偿特性能够确保电池内部子部件间保持长期最佳匹配运行状态,欧姆损耗、浓差损失均得到有效控制,电池可具有更长时性能稳定性和可靠性,大幅延长电池使用周期,降低电池维护成本。

[0054] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同

替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明权利要求所限定的范围。