



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120784419 A

(43) 申请公布日 2025. 10. 14

(21) 申请号 202511020267.1

(22) 申请日 2025.07.23

(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 刘天奇 徐广民 王世宇 吴静波
江杉 武旭 孙丹

(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 8/248 (2016.01)

H01M 8/18 (2006.01)

H01M 8/2455 (2016.01)

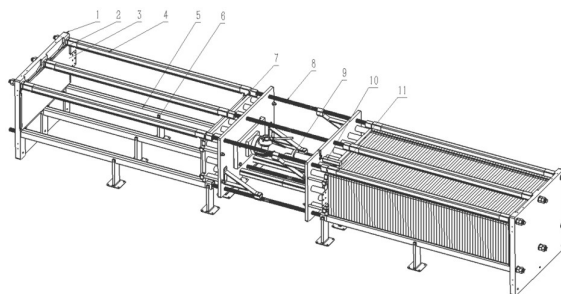
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种高功率全钒液流电池电堆封装结构

(57) 摘要

本发明提供了一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,属于液流电池领域。本发明由若干梯形丝杠连接的两组对称设置的电堆封装单元组成,每组电堆封装单元结构相同,包括端板弹簧组件、钢端板、绝缘板、集流板、下拉杆组件、上拉杆组件和支撑块;上下拉杆组件对电池单元进行限位且上拉杆组件可以开合,便于安装和维护;端板弹簧组件能够构建对端板中间位置的弹性支撑,减小了由非均匀压紧力场导致的中心区域面外屈曲变形,保障电堆性能持续稳定;消除了因长螺杆在压紧时所产生的变形及振动或热膨胀所引发的局部接触电阻增大的问题,并且结构简化,大幅减少了端板数量和功率单元集装箱整体重量,集装箱的空间利用率及单位体积内的电堆功率显著提高。



1. 一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,其特征在于,包括由若干梯形丝杠(8)连接的两组对称设置的电堆封装单元,每组所述电堆封装单元结构相同,包括:

端板弹簧组件(7),用于提供持续的弹簧压紧力;

第一钢端板(1),所述第一钢端板(1)安装在集装箱内且与所述端板弹簧组件(7)相对设置;

绝缘板(2),所述绝缘板(2)连接在所述第一钢端板(1)内壁上;

集流板(3),所述集流板(3)共两个且两个所述集流板(3)分别连接在所述绝缘板(2)内壁和所述端板弹簧组件(7)内壁上;

下拉杆组件(5),所述下拉杆组件(5)设置多个,多个所述下拉杆组件(5)沿所述第一钢端板(1)长度方向分布且位于同一水平面上,用于承载及限位电池单元;所述下拉杆组件(5)一端固定在所述第一钢端板(1)上,另一端固定在支撑块(6)顶部且与穿过所述端板弹簧组件(7)的所述梯形丝杠(8)螺接;

支撑块(6),所述支撑块(6)设置多个且多个所述支撑块(6)底部固定在集装箱内、顶部分别连接在所述下拉杆组件(5)的中部和端部;

上拉杆组件(4),所述上拉杆组件(4)设置多个,多个所述上拉杆组件(4)是沿所述第一钢端板(1)的顶部边缘设置的可开合的杆体且位于同一水平面上,用于限位电池单元;所述上拉杆组件(4)一端固定在所述第一钢端板(1)上,另一端活动连接在所述端板弹簧组件(7)上且与穿过所述端板弹簧组件(7)的所述梯形丝杠(8)螺接;

所述端板弹簧组件(7)能沿上拉杆组件(4)及下拉杆组件(5)平稳移动,将电池单元封装在其与第一钢端板(1)以及上拉杆组件(4)和下拉杆组件(5)之间,并通过螺母与各梯形丝杠(8)配合将所述端板弹簧组件(7)固定。

2. 根据权利要求1所述的一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,其特征在于,所述上拉杆组件(4)包括螺杆扣合件(41)、上拉杆主体(42)、第一四氟板(43)和螺母扣合件(44);所述上拉杆主体(42)两端分别与所述螺杆扣合件(41)和螺母扣合件(44)扣合连接,连接配合处设计 $1^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 的拔模角度;所述螺杆扣合件(41)前端焊接有螺杆,与螺母配合连接在所述第一钢端板(1)上;所述螺母扣合件(44)内部设有梯形螺纹,与梯形丝杠(8)配合连接;所述第一四氟板(43)安装在所述上拉杆主体(42)下表面。

3. 根据权利要求1所述的一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,其特征在于,所述下拉杆组件(5)包括下拉杆主体(51)和第二四氟板(52);所述下拉杆主体(51)一端焊接有螺杆,与螺母配合连接在所述第一钢端板(1)上;下拉杆主体(51)另一端内部加工有螺纹,与梯形丝杠(8)配合连接;所述第二四氟板(52)安装在所述下拉杆主体(51)上表面。

4. 根据权利要求1所述的一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,其特征在于,每根梯形丝杠(8)以中间位置为基准,其左右两侧螺旋方向相反。

5. 根据权利要求1所述的一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,其特征在于,所述端板弹簧组件(7)包括环氧树脂端板(71)、弹簧(72)、第二钢端板(73)和端板螺栓组件(74);所述环氧树脂端板(71)外壁与一集流板(3)连接;所述环氧树脂端板(71)内壁与所述第二钢端板(73)内壁上相对设有若干弹簧沉孔,所述弹簧(72)安装在所述弹簧沉孔中,并通过所述端板螺栓组件(74)将所述环氧树脂端板(71)、所述第二钢端板(73)及二者之间的弹簧(72)固定夹紧。

6. 根据权利要求5所述的一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,其特征在于,所述第一钢端板(1)厚度为50~80mm;所述环氧树脂端板(71)厚度为30~35mm,优选30mm;所述环氧树脂端板(71)的顶部边缘开有若干使所述上拉杆组件(4)通过的槽口,环氧树脂端板(71)的底部边缘开有若干使所述下拉杆组件(5)通过的槽口,上拉杆组件(4)和下拉杆组件(5)可沿槽口滑动;所述第二钢端板(73)上设有若干用于所述梯形丝杠(8)穿过的通孔,所述通孔与所述梯形丝杠(8)间隙配合。

7. 根据权利要求5所述的一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,其特征在于,所述电堆封装结构还包括位移传感器(10),所述位移传感器(10)设于环氧树脂端板(71)内侧,通过监测长时运行过程中第二钢端板(73)的位移来监测弹簧的伸长量。

8. 根据权利要求5所述的一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,其特征在于,所述电堆封装结构还包括紧固装置(9),所述紧固装置(9)包括机械式千斤顶、液压式千斤顶或蜗轮蜗杆减速器。

9. 根据权利要求8所述的一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,其特征在于,所述紧固装置(9)采用千斤顶,所述端板弹簧组件(7)还包括防变形垫板(75)、千斤顶支撑板(76)和垫板螺栓组件(77);所述防变形垫板(75)通过垫板螺栓组件(77)连接在所述第二钢端板(73)外壁中部,所述第二钢端板(73)的长度与所述防变形垫板(75)的长度比值为2~2.5;所述千斤顶支撑板(76)设于防变形垫板(75)中部,用于放置千斤顶。

10. 根据权利要求8所述的一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,其特征在于,所述紧固装置(9)采用蜗轮蜗杆减速器,所述蜗轮蜗杆减速器与梯形丝杠(8)配合使用,所述梯形丝杠(8)中间位置设计单头蜗杆,在第二钢端板(73)上开设有螺纹孔,所述梯形丝杠(8)与所述螺纹孔螺纹配合连接。

一种高功率全钒液流电池电堆封装结构

技术领域

[0001] 本发明属于液流电池技术领域,具体涉及一种高功率全钒液流电池电堆封装结构。

背景技术

[0002] 以太阳能、风能、潮汐能为代表的清洁能源已在发电领域得到广泛应用,但其固有的间歇性、波动性和随机性特征对电网运行带来显著挑战。这些不稳定因素可能引发电网频率波动、电压偏差等问题,直接影响供电质量与系统可靠性,进而威胁电力网络的整体安全。为有效解决这一矛盾,发展高效电能存储技术已成为现代电力系统的重要支撑。

[0003] 在众多储能方案中,全钒氧化还原液流电池(VRFB)展现出显著的技术优势:其循环寿命可达万次以上,能量转换效率超过80%,系统设计具备模块化扩展特性,支持深度放电且维护成本低廉。在实践应用中,既能作为风光水等间歇性电源的配套储能装置,又可承担电网调峰、负荷平衡等关键功能,有效提升电力系统的运行稳定性与调度灵活性,因而被视为构建新型电力系统的重要技术选择。

[0004] 现有的全钒液流电池电堆结构通常采用多节电池单元(10-70节)通过两个端板、弹簧和螺杆组成的压紧系统固定为一个独立电堆,每个电堆需配置10-40个弹簧及配套螺杆以提供均匀压紧力。功率单元集装箱内,根据不同用户侧要求,需并排和叠层放置多个独立电堆(5-30个),每个电堆均包含自身的端板、弹簧和螺杆组件。这种结构存在以下缺陷:

(1) 冗余结构与可靠性问题,传统电堆依赖大量螺杆与弹簧协同压紧以维持整体结构的稳定性,为保证螺杆的安装精度电堆的电池单元不超过70节,电池单元越多螺杆长度越长,过长的螺杆在受到轴向的电堆压紧力时,其抵抗弯曲变形的能力(刚度)下降,螺杆更容易发生纵向弯曲,且易因振动或热膨胀导致压紧力衰减,造成局部接触电阻增大,影响电堆整体性能与寿命;并且电堆安装至集装箱内部后,经拆卸方能进行压紧力调整,否则无法直接调整压紧力。

[0005] (2) 电堆性能方面,现有电堆采用多节组装的方式,电堆两侧的端板为钢制或其他材料的平板,在电堆紧固及运行过程中,端板受力会向外变形凸起,导致电堆内部核心部件随之变形。这种变形会传导至电堆内部的核心部件,导致其结构失稳,由此引发的结构不一致性会降低电堆效率,并对系统可靠性产生严重影响。

[0006] (3) 随电堆数量的增加,端板、弹簧和螺杆数量成倍增加,导致材料成本较高;同时,多电堆布局要求重复装配紧固件,进一步增加人工与时间成本。

[0007] (4) 传统电堆体积和重量均较大,每个电堆需单独组装并逐个安装至集装箱内,在安装时需采用起重设备,增加了安全风险和安装成本。

[0008] (5) 传统的独立电堆设计导致相邻电堆间需预留装配间隙,且每个电堆的端板及紧固件占用很大的额外空间,限制了集装箱内电堆电池单元的总容量,导致单位体积内电池单元数量降低。

[0009] (6) 传统电堆封装工艺将多个单电池单元刚性固化为不可分割的整体,即使单一

电池单元发生故障(如膜破损、电极腐蚀),也需拆卸整个电堆模块进行维修或更换,整堆在拆卸时同样需要采用起重设备,且在项目现场不能直接进行拆堆工作,需要运回生产基地,增加运输、维修及时间成本。

发明内容

[0010] 为了解决现有技术中的上述问题,本发明公开了一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,此种封装结构的设计显著提高了电堆功率和集装箱空间利用率,并保障了电堆的性能,因不需要整堆的安装和拆卸,提升了安装与维护效率,无需重复配置端板及弹簧、螺杆等紧固件,减小了材料与制造成本。

[0011] 本发明的技术方案为:

一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,包括由若干梯形丝杠8连接的两组对称设置的电堆封装单元,每组所述电堆封装单元结构相同,包括:

端板弹簧组件7,用于提供持续的弹簧压紧力;

第一钢端板1,所述第一钢端板1安装在集装箱内且与所述端板弹簧组件7相对设置;

绝缘板2,所述绝缘板2连接在所述第一钢端板1内壁上;

集流板3,所述集流板3共两个且两个所述集流板3分别连接在所述绝缘板2内壁和所述端板弹簧组件7内壁上;

下拉杆组件5,所述下拉杆组件5设置多个,多个所述下拉杆组件5沿所述第一钢端板1长度方向分布且位于同一水平面上,用于承载及限位电池单元;所述下拉杆组件5一端固定在所述第一钢端板1上,另一端固定在支撑块6顶部且与穿过所述端板弹簧组件7的所述梯形丝杠8螺接;

支撑块6,所述支撑块6设置多个且多个所述支撑块6底部固定在集装箱内、顶部分别连接在所述下拉杆组件5的中部和端部,防止下拉杆组件5因受力较大产生弯矩,对电池的性能产生影响;

上拉杆组件4,所述上拉杆组件4设置多个,多个所述上拉杆组件4是沿所述第一钢端板1的顶部边缘设置的可开合的杆体且位于同一水平面上,用于限位电池单元;所述上拉杆组件4一端固定在所述第一钢端板1上,另一端活动连接在所述端板弹簧组件7上且与穿过所述端板弹簧组件7的所述梯形丝杠8螺接;

所述端板弹簧组件7能沿上拉杆组件4及下拉杆组件5平稳移动,将电池单元封装在其与第一钢端板1以及上拉杆组件4和下拉杆组件5之间,并通过螺母与各梯形丝杠8配合将所述端板弹簧组件7位置固定。

[0012] 进一步的,所述端板弹簧组件7包括环氧树脂端板71、弹簧72、第二钢端板73和端板螺栓组件74;所述环氧树脂端板71外壁与一集流板3连接;所述环氧树脂端板71内壁与所述第二钢端板73内壁上相对设有若干弹簧沉孔,所述弹簧72安装在所述弹簧沉孔中,并通过所述端板螺栓组件74将所述环氧树脂端板71、所述第二钢端板73及二者之间的弹簧72固定夹紧。

[0013] 进一步的,所述环氧树脂端板71的顶部边缘开有若干使所述上拉杆组件4通过的槽口,环氧树脂端板71的底部边缘开有若干使所述下拉杆组件5通过的槽口,上拉杆组件4

和下拉杆组件5可沿槽口滑动;所述第二钢端板73上设有若干用于所述梯形丝杠8穿过的通孔,所述通孔与所述梯形丝杠8间隙配合。

[0014] 进一步的,所述第一钢端板1厚度为50-80mm;所述环氧树脂端板71厚度为30~35mm,优选30mm。

[0015] 进一步的,所述上拉杆组件4包括螺杆扣合件41、上拉杆主体42、第一四氟板43和螺母扣合件44;所述上拉杆主体42两端分别与所述螺杆扣合件41和螺母扣合件44扣合连接,连接配合处设计 1° ~ 10° 的拔模角度;所述螺杆扣合件41前端焊接有螺杆,与螺母配合连接在所述第一钢端板1上;所述螺母扣合件44内部设有梯形螺纹,与梯形丝杠8配合连接;所述第一四氟板43安装在所述上拉杆主体42下表面。

[0016] 进一步的,所述下拉杆组件5包括下拉杆主体51和第二四氟板52;所述下拉杆主体51一端焊接有螺杆,与螺母配合连接在所述第一钢端板1上;下拉杆主体51另一端内部加工有螺纹,与梯形丝杠8配合连接;所述第二四氟板52安装在所述下拉杆主体51上表面。

[0017] 进一步的,每根梯形丝杠8以中间位置为基准,其左右两侧螺旋方向相反,保证两组电堆封装单元的拉杆能够同时对称安装。

[0018] 进一步的,还包括紧固装置9,用于提供封装电堆的压紧力;所述紧固装置9包括机械式千斤顶、液压式千斤顶或蜗轮蜗杆减速器。

[0019] 进一步的,所述紧固装置9采用千斤顶,所述端板弹簧组件7还包括防变形垫板75、千斤顶支撑板76和垫板螺栓组件77;所述防变形垫板75通过垫板螺栓组件77连接在所述第二钢端板73外壁中部,防止千斤顶直接接触第二钢端板在压紧时产生受力不均的情况;所述千斤顶支撑板76设于防变形垫板75中部,用于放置千斤顶,保证千斤顶使用时不发生偏心的情况。

[0020] 进一步的,所述第二钢端板73的长度与所述防变形垫板75的长度比值为2~2.5。

[0021] 进一步的,所述紧固装置9采用蜗轮蜗杆减速器,所述蜗轮蜗杆减速器与梯形丝杠8配合使用,所述梯形丝杠8中间位置设计单头蜗杆,在第二钢端板73上开设有螺纹孔,所述梯形丝杠8与所述螺纹孔螺纹配合连接。

[0022] 进一步的,还包括位移传感器10,所述位移传感器10设于环氧树脂端板71内侧,通过监测长时运行过程中第二钢端板73的位移来监测弹簧的伸长量,当弹簧伸长量超过设定值时进行报警便于及时维护。

[0023] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

1) 结构简化与可靠性增强:去螺杆化设计,消除因长螺杆在压紧时所产生的变形及振动或热膨胀所引发的局部接触电阻增大的问题,接触电阻波动降低20%-30%,电堆循环寿命延长20%以上;结合新型双端板结构,构建对端板中间位置的弹性支撑,显著提升了端板抗弯刚度,有效减小了由非均匀压紧力场导致的中心区域面外屈曲变形,由1.6mm减小至0.7mm以内,保证电堆内部部件受力均匀,并保障电堆性能持续稳定;并且结构简化后端板数量减少90%以上,集装箱的整体重量至少降低40%。

[0024] 2) 电堆功率大幅提升:采用整体式紧堆结构,使电堆仅采用少量端板和20-40个弹簧即可固定至少200节电池单元,单位体积内的电堆功率显著提高,至少提升5%左右。

[0025] 3) 空间利用率增加:通过采用电堆电池集群化集成设计,彻底消除传统独立电堆单元的冗余端板结构及单元间装配缓冲间隙。经优化计算,单集装箱内有效装载体积增长

21.7%。

[0026] 4) 安装与维护效率显著提升:电池单元可单独放置于整体封装结构中,无需逐一组装独立电堆,安装效率提高60%以上;后期维护时可通过打开上拉杆组件直接替换单一故障单元,无需进行整堆替换,不需采用起重设备减少维护时间,大幅降低运维成本。

附图说明

[0027] 图1是本发明实施例中一种高功率全钒液流电池电堆封装结构轴测示意图。

[0028] 图2是本发明实施例中上拉杆组件结构示意图;其中(a)为整体结构图,(b)为装配示意图。

[0029] 图3是本发明实施例中下拉杆组件结构示意图。

[0030] 图4是本发明实施例中端板弹簧组件结构示意图;其中(a)为装配主视图,(b)为装配爆炸图。

[0031] 图5是本发明实施例中蜗轮蜗杆减速器紧固装置。

[0032] 图6是现有电堆端板受力分析图。

[0033] 图7是本发明实施例中端板弹簧布局及受力分析图;其中(a)为环氧树脂端板弹簧布局,(b)为环氧树脂端板受力分析。

[0034] 图8是本发明对比例中环氧树脂端板弹簧布局分析图;其中(a)、(b)、(c)、(d)分别为环氧树脂端板上弹簧不同布局示意图。

[0035] 图9是第二钢端板及防变形垫板在受力状态下的力学有限元分析图;其中(a)、(b)分别为未设置防变形垫板的第二钢端板力学分析的主视图和俯视图,(c)、(d)分别为设置防变形垫板后第二钢端板力学分析的主视图和俯视图。

[0036] 图10是下拉杆组件在受力状态下的力学有限元分析图;其中(a)为未设置支撑块的下拉杆组件力学有限元分析图,(b)为设置支撑块的下拉杆组件力学有限元分析图。

[0037] 图中:1第一钢端板;2绝缘板;3集流板;4上拉杆组件;5下拉杆组件;6支撑块;7端板弹簧组件;8梯形丝杠;9紧固装置;10位移传感器;11电池单元;12蜗轮蜗杆减速器;41螺杆扣合件;42上拉杆主体;43第一四氟板;44螺母扣合件;51下拉杆主体;52第二四氟板;71环氧树脂端板;72弹簧;73第二钢端板;74端板螺栓组件;75防变形垫板;76千斤顶支撑板;77垫板螺栓组件。

具体实施方式

[0038] 以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0039] 如图1所示,本发明实施例提供了一种高功率全钒液流电池电堆封装结构,包括由若干梯形丝杠8连接的两组对称设置的电堆封装单元,每组所述电堆封装单元结构相同,包括端板弹簧组件7、第一钢端板1、绝缘板2、集流板3、下拉杆组件5、上拉杆组件4和支撑块6。

[0040] 如图4所示,所述端板弹簧组件7包括环氧树脂端板71、弹簧72、第二钢端板73和端板螺栓组件74;所述环氧树脂端板71内壁与所述第二钢端板73内壁上相对设有若干弹簧沉孔,所述弹簧72安装在所述弹簧沉孔中,并通过所述四个端板螺栓组件74将所述环氧树脂端板71、所述第二钢端板73及二者之间的弹簧72固定夹紧。

[0041] 如图1和图4(b)所示,环氧树脂端板71的顶部边缘开有三个使所述上拉杆组件4通过的槽口,环氧树脂端板71的底部边缘开有三个使所述下拉杆组件5通过的槽口,上拉杆组件4和下拉杆组件5可沿槽口滑动;所述第二钢端板73上对应六个槽口的位置处分别设有用于所述梯形丝杠8穿过的通孔,所述通孔与所述梯形丝杠8间隙配合。

[0042] 环氧树脂端板71内侧设置位移传感器10,通过监测长时运行过程中第二钢端板73的位移来监测弹簧的伸长量,当弹簧伸长量超过设定值时进行报警便于及时维护。

[0043] 所述第一钢端板1安装在集装箱内且与所述端板弹簧组件7的环氧树脂端板71相对设置;所述绝缘板2通过螺钉连接在所述第一钢端板1内壁上;所述集流板3共两个且两个所述集流板3通过螺钉分别连接在所述绝缘板2内壁和所述环氧树脂端板71内壁上。

[0044] 如图1所示,所述下拉杆组件5设置三个,三个下拉杆组件5沿所述第一钢端板1长度方向等间距分布且位于同一水平面上,电池单元11按顺序排列在下拉杆组件5上。

[0045] 如图3所示,所述下拉杆组件5包括下拉杆主体51和第二四氟板52;所述下拉杆主体51一端焊接有螺杆,与螺母配合连接在第一钢端板1上;下拉杆主体51另一端固定在支撑块6顶部且端部加工有内螺纹,与穿过第二钢端板73的梯形丝杠8配合连接;所述第二四氟板52安装在所述下拉杆主体51上表面。

[0046] 如图1所示,所述支撑块6设置多个且多个所述支撑块6底部固定在集装箱内、顶部分别连接在所述下拉杆组件5的中部和端部,防止下拉杆组件5因受力较大产生弯矩,对电池的性能产生影响;支撑块6底面与第一钢端板1的底面保持水平,保证结构的整体稳定性。

[0047] 如图1所示,所述上拉杆组件4设置三个,三个上拉杆组件4是沿所述第一钢端板1的顶部边缘设置的可开合的杆体且位于同一水平面上,用于限位电池单元。

[0048] 如图2所示,所述上拉杆组件4包括螺杆扣合件41、上拉杆主体42、第一四氟板43和螺母扣合件44;所述螺杆扣合件41和螺母扣合件44加工有槽口,所述上拉杆主体42两端加工有与所述槽口配合的结构,分别与螺杆扣合件41和螺母扣合件44采用扣合方式连接,连接配合处设计 $1^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 的拔模角度;所述螺杆扣合件41前端焊接有螺杆,与螺母配合连接在第一钢端板1上;所述螺母扣合件44内部设有梯形螺纹,与穿过第二钢端板73的梯形丝杠8配合连接;所述第一四氟板43安装在所述上拉杆主体42下表面。

[0049] 上拉杆组件4和下拉杆组件5分别活动连接在环氧树脂端板71上部边缘的槽口及下部边缘的槽口上,使得端板弹簧组件7整体能沿上拉杆组件4及下拉杆组件5平稳移动,将电池单元封装在其与第一钢端板1以及上拉杆组件4和下拉杆组件5之间,并通过螺母与各梯形丝杠8配合将端板弹簧组件7位置固定。

[0050] 每根梯形丝杠8以中间位置为基准,其左右两侧螺旋方向相反,保证其与两组电堆封装单元的拉杆能够同时对称安装。

[0051] 封装电堆时,采用紧固装置9提供封装电堆的压紧力,所述紧固装置9包括机械式千斤顶、液压式千斤顶或蜗轮蜗杆减速器。

[0052] 当紧固装置9采用千斤顶时,所述端板弹簧组件7还包括防变形垫板75、千斤顶支撑板76和垫板螺栓组件77;所述防变形垫板75采用凹型设计,通过四个垫板螺栓组件77连接在所述第二钢端板73外壁中部,防止千斤顶直接接触第二钢端板在压紧时产生受力不均的情况;所述千斤顶支撑板76设于防变形垫板75中部,用于放置千斤顶,保证千斤顶使用时不发生偏心的情况。

[0053] 当紧固装置9采用蜗轮蜗杆减速器以实现精准的位移调控,如图5所示,所述蜗轮蜗杆减速器12与梯形丝杠8配合使用,所述梯形丝杠8中间位置设计单头蜗杆,在第二钢端板73上开设有螺纹孔,所述梯形丝杠8与所述螺纹孔螺纹配合连接。

[0054] 如图6为现有电堆端板受力分析图,电堆端板的长度为1100,宽度为570mm,厚度为30mm,材料的抗拉强度为235MPa,抗弯强度为215MPa,其内侧受核心部件支撑力作用,外侧四周受紧固件锁紧力作用。内外两侧作用力的对抗导致端板变形,表现为中部区域向外凸起;经过模拟计算中间凸起最大形变为1.56mm,中心应力为190MPa。

[0055] 如图7为本实施例新型结构的环氧树脂端板弹簧布局及受力分析图,通过在相对设置的环氧树脂端板71与第二钢端板73间集成预压缩弹簧阵列,构建对环氧树脂端板71与第二钢端板73中间位置的弹性支撑。由图7(a),环氧树脂端板的长度为900mm,宽度为450mm,厚度为30mm,抗拉强度为90MPa,抗弯强度为120MPa,其上下边缘均等间隔布置7个弹簧,形成刚性边框承接边界载荷;中间行仅在环氧树脂端板左右两端中心各布置一个弹簧,构建弹性过渡带引导力流、避免应力集中;环氧树脂端板中心处聚焦中心列两侧各设置两个弹簧,控制核心变形并预留应力释放空间。根据模拟分析结果,环氧树脂端板的中心形变为0.7mm,中心应力为82MPa,由结果可知该设计显著提升了端板抗弯刚度,有效减小了由非均匀压紧力场导致的中心区域面外屈曲变形,从而大幅降低因端板挠曲引发的内部接触应力分布不均所带来的风险。

[0056] 如图8为本发明对比例中环氧树脂端板弹簧布局分析图,其中环氧树脂端板的长度为900mm,宽度为450mm,厚度为30mm,抗拉强度为90MPa,抗弯强度为120MPa。如图8中(a)所示布局方案在环氧树脂端板的上下边缘及中间行均等均匀布置7个弹簧,理论上可初步分散端板承受的载荷,一定程度维持面内受力平衡,但实际工况中,这种“功能叠加”的布局忽略了端板力学传递逻辑与结构适配性,在复杂载荷下易导致局部过载、端板或弹簧过早失效,整体稳定性与可靠性受影响,经过模拟计算端板中心形变为1.4mm,应力为151.9MPa。如图8中(b)、(c)、(d)所示布局方案,均采用覆盖端板平面以平衡载荷,利用行列排布的对称性基础,初步引导力流均匀传递,理论上可在一定程度上支撑端板、缓解变形;但其在布局逻辑与端板力学特性适配不足:一方面,弹簧布置过度密集(如部分满铺布局),造成刚度冗余,相邻弹簧力学耦合强,易引发内应力相互干扰、单个弹簧失效连锁反应,且增加成本与安装复杂度;另一方面,疏密不均分配的中间布局,破坏端板力流连续性,无法精准承接载荷传递,导致局部应力集中,边界与中心的刚度匹配失衡。经过模拟计算图8(b)所示方案中心形变为1.8mm,应力为190.8MPa,图8(c)所示方案中心形变为1.6mm,应力为175.6MPa,图8(d)所示方案中心形变为0.9mm,应力为108MPa。

[0057] 由图9所示的模拟分析图可知第二钢端板73在受力状态下形变量为4.68mm,增加防变形垫板75,防变形垫板75采用凹形设计,用以分散千斤顶的应力集中,所述第二钢端板73长度方向尺寸为1000mm,防变形垫板75的横跨长度为460mm,经模拟采用防变形垫板后整体受力状态下形变量为1.48mm,且根据颜色标尺发现端板上没有应力集中的位置,说明防变形垫板起到一定均匀传递力的作用。

[0058] 由图10所示的模拟分析图可知下拉杆组件5在没有支撑的情况下最大形变量为1.35mm左右,加上支撑块6后形变量减小至0.06mm,提高了电堆运行时的稳定性。

[0059] 尽管上述实施例对本发明的技术方案进行了详细说明,但其仅为本发明的部分较

佳实施例而非全部实施方式。基于本实施例在不脱离本发明设计精神和原则的前提下,通过非创造性劳动所获得的其他实施例,以及对其进行的任何修改、等同替换或改进,均属于本发明权利要求的保护范围。

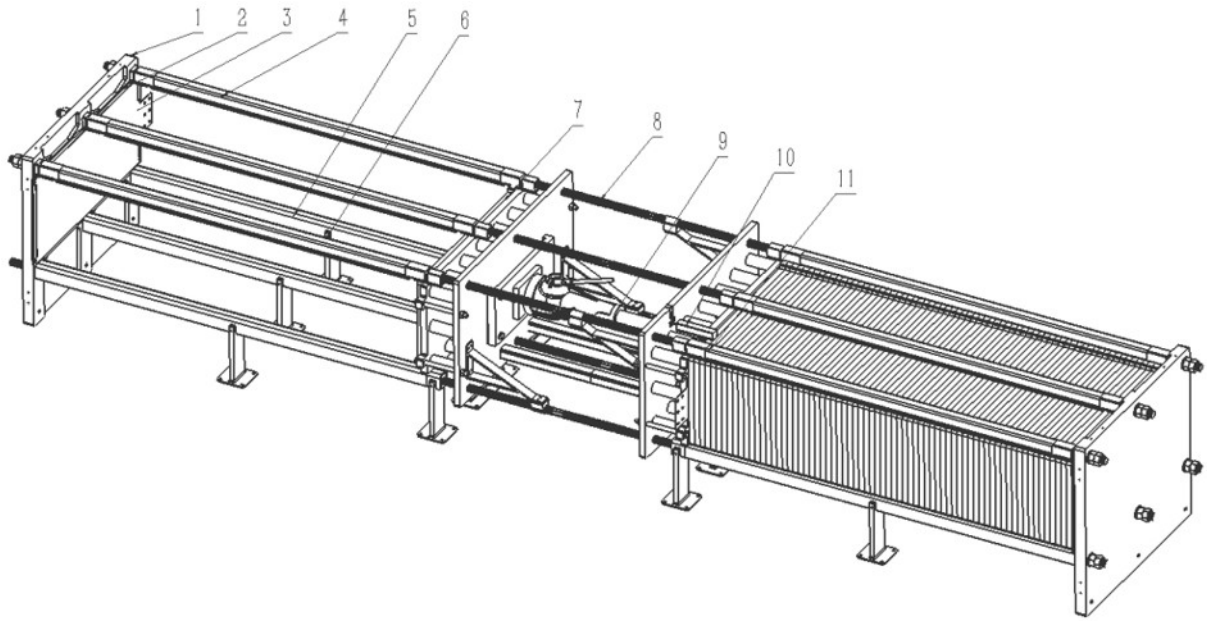
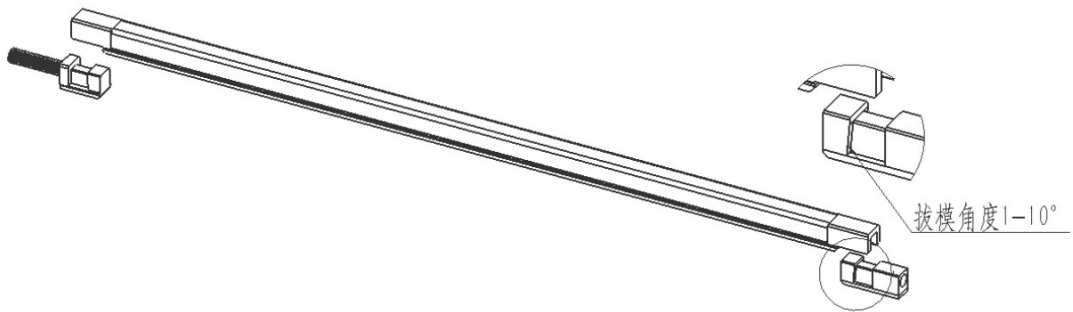


图1



(a)



(b)

图2



图3

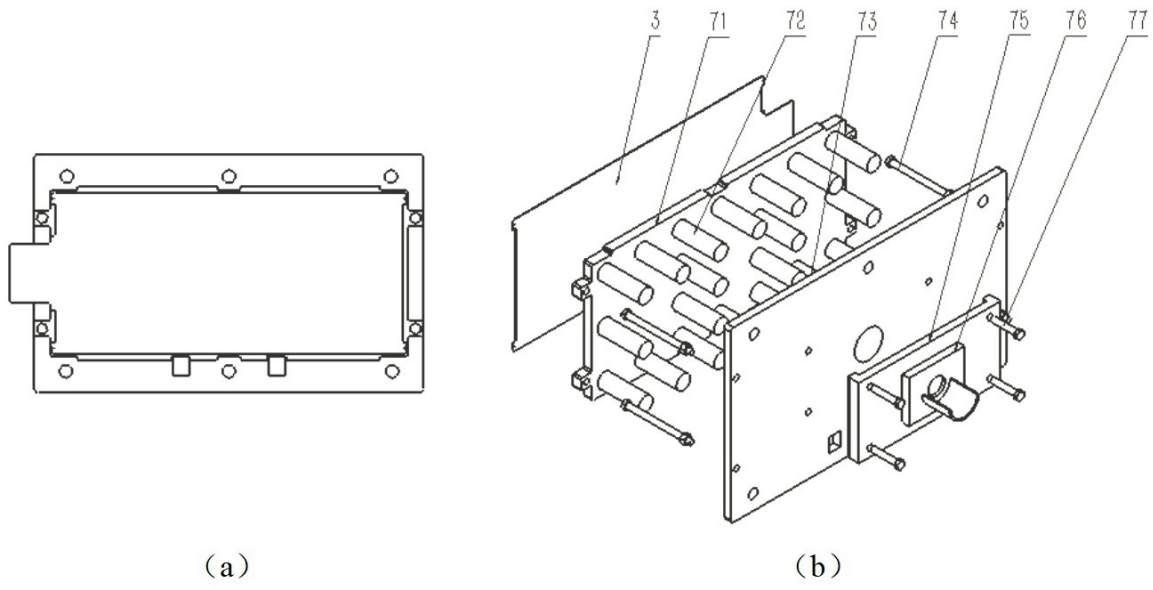


图4

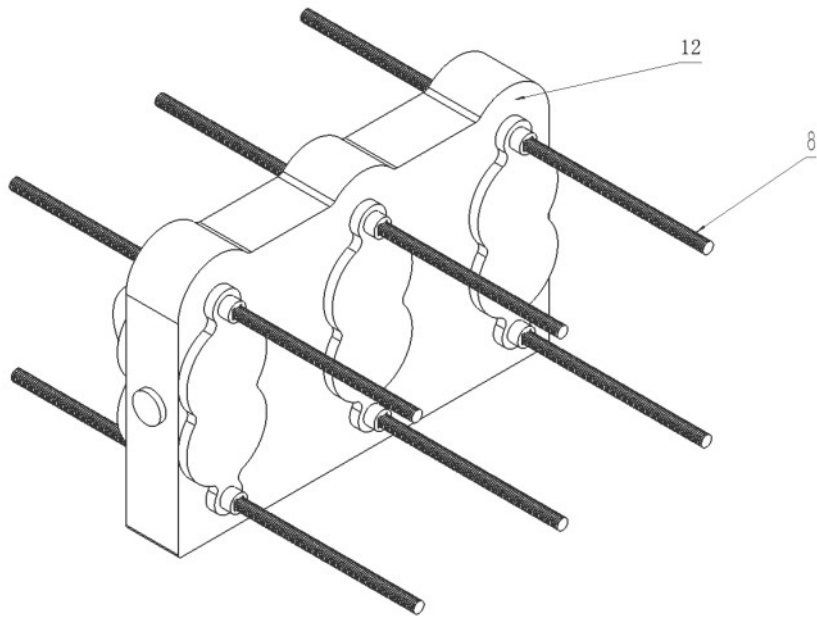


图5

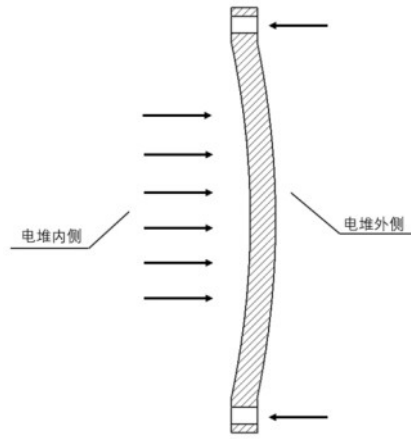


图6

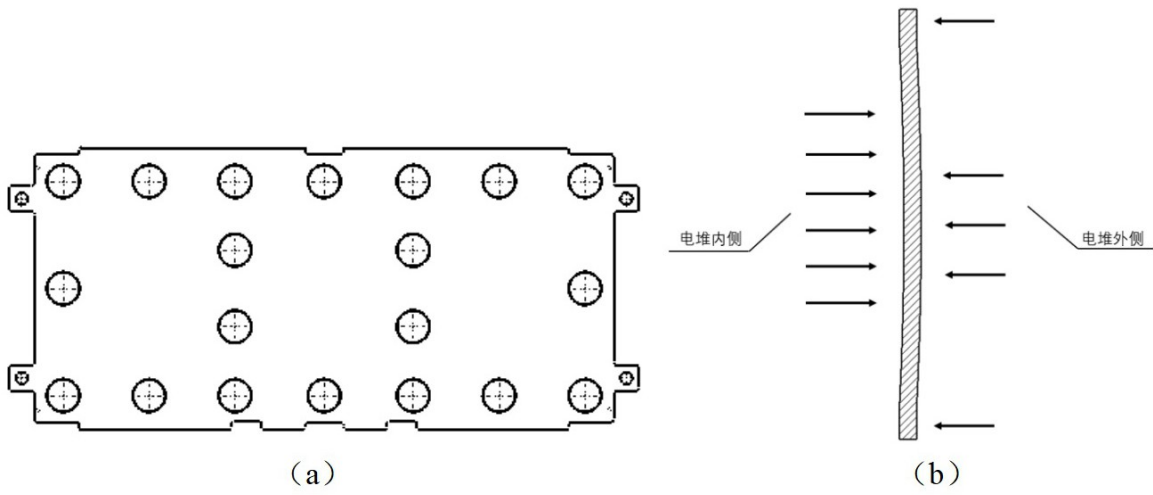


图7

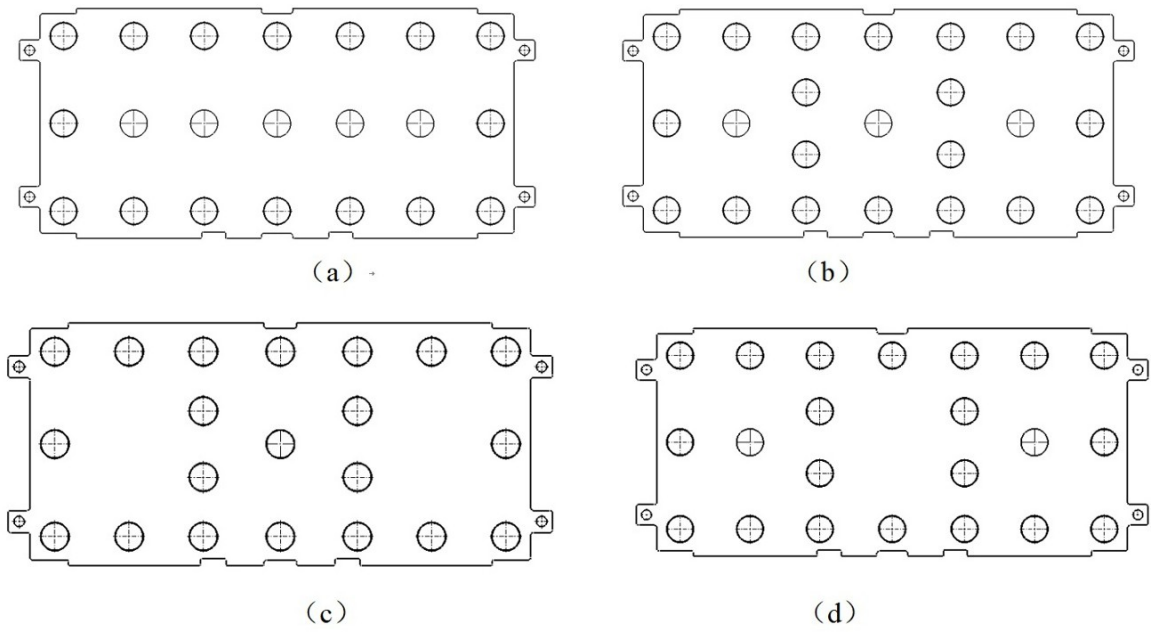


图8

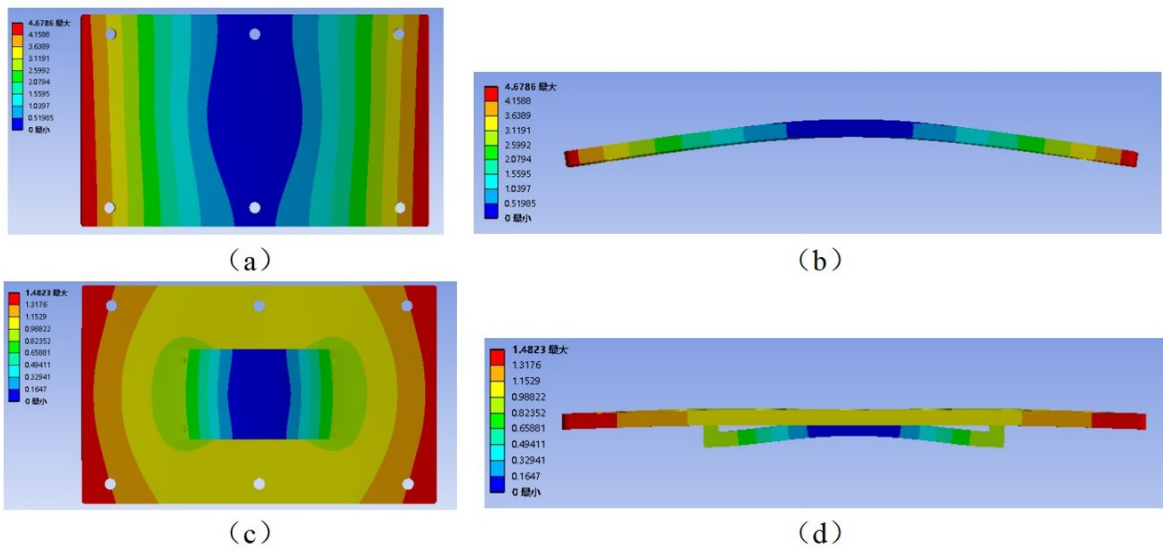
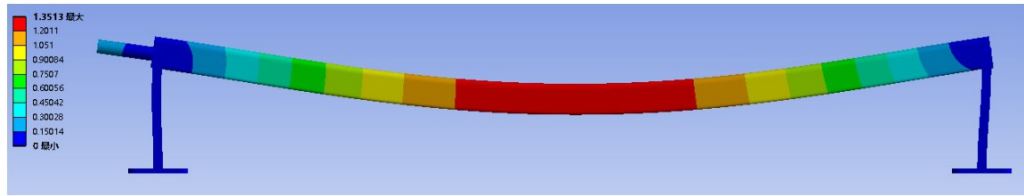
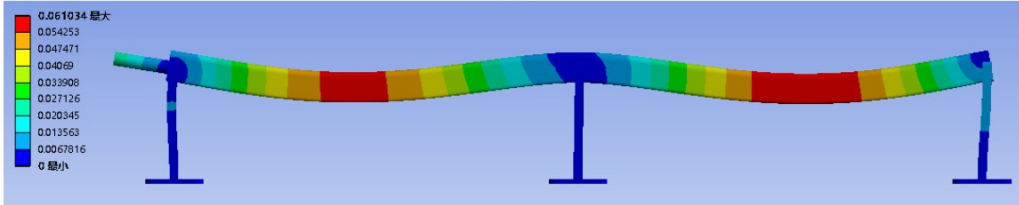


图9



(a)



(b)

图10