

一种大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统

技术领域

本发明涉及电池技术领域，特别是涉及一种大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统。

背景技术

金属空气燃料电池具有低成本、无毒、无污染、放电电压平稳、高安全性、高比能量和高比功率等优点，且我国拥有丰富的金属资源，如镁、铝、锌等金属，均可作为金属空气燃料电池的阳极，使其逐步发展为一类具有巨大发展和应用前景的新能源。近年来，随着一些理论工艺的发展与完善，金属空气燃料电池在储能、国防、交通设备等领域的应用愈发广泛，且在一些新兴能源产业中也具有极大的发展潜力。

现有的金属空气燃料电池多以金属板作为电池阳极，金属板尺寸的局限性导致阳极需要频繁更换，且将金属锭加工成金属板的过程耗时、耗能。若直接以大尺寸的标准立方金属锭作为金属电池阳极则可弥补金属板的缺陷。但目前金属电池仍多采用刚性固定的电池箱，这就导致随着化学反应的进行，金属锭体积逐渐缩小而电池箱尺寸不变，金属锭表面与嵌有空气电极的电池箱内壁之间的距离加大，导致电化学反应速率明显下降，无法保证电化学反应的持续性和稳定性，严重影响了金属空气燃料电池的性能。这也是大型金属空气燃料电池推广应用的一大技术阻碍。

发明内容

本发明的目的是提供一种大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统，以解决上述现有技术存在的问题，在反应过程中能够根据金属锭的尺寸变化通过随动调节机制实现尺寸的实时调节，保证电化学反应的持续性和稳定性，提升了金属空气燃料电池的性能可靠性。

为实现上述目的，本发明提供了如下方案：

本发明提供一种大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统，包括柔性箱体，所述柔性箱体内用于承装电解液和金属锭，作为电化学反应空间，所述

柔性箱体内壁嵌有柔性空气电极；随动调节模块，所述随动调节模块能够跟随金属铰的尺寸变化改变柔性箱体的形状，缩小电化学反应空间尺寸；驱动机构，所述驱动机构用于控制所述随动调节模块动作；本发明直接以大尺寸的标准立方金属铰作为电池阳极，其箱体由柔性橡胶材料制成，配合随动调节系统可以根据金属铰的尺寸实时调节箱体形状，保证电化学反应过程的持续性和稳定性，解决了大型金属电池随反应的进行性能逐渐降低的技术问题，为其应用推广扫除了一大技术阻碍，让金属空气燃料电池充分发挥巨大的市场应用前景与发展潜力。

可选的，所述柔性箱体为柔性橡胶材料开模制成的无顶圆角方形箱体；所述随动调节模块与所述柔性箱体的四个侧壁固定连接，且所述随动调节模块在外力作用下能够推动柔性箱体壁面发生弹性形变向内部压缩；所述柔性箱体底部一角开有电解液循环接口，所述电解液循环接口外接电解液循环系统，用来排出箱体在形变过程中盈余的电解质溶液，并在一定条件下进行沉淀净化。

可选的，所述随动调节模块包括四个刚性支撑杆，所述刚性支撑杆固定插设于所述柔性箱体四个侧壁内部中心开设的垂向贯通孔内；所述刚性支撑杆底部固定连接有滑块，所述滑块一侧开设有螺纹通孔，所述螺纹通孔内螺纹连接有水平布置的丝杠，所述丝杠一端与所述驱动机构传动连接，刚性支撑杆作为箱体形变的直接施力部件，在丝杠作用下四根刚性支撑杆可向中心运动，推动箱体壁面发生弹性形变向内部压缩。刚性支撑杆的驱动机构不做具体限制，其还可以采用丝杠螺母结构外的其他结构，例如可以设置四个伸缩气缸或液压缸，其同样能够带动四个对应的刚性支撑杆水平移动，进而实现对箱体侧壁的压缩。

可选的，所述柔性箱体上方设有固定支架，所述固定支架上活动安装有摄像头，所述摄像头连接有控制器，所述控制器与所述驱动机构电连接，金属铰通过螺栓固定设置于固定支架下端。

可选的，所述柔性箱体顶端四角位置处均开设有滑槽，所述固定支架侧壁上固定连接有四个水平连杆，所述水平连杆位于所述滑槽内，滑槽作为后续金属铰、摄像头以及导线的支撑部件，且可用于约束箱体壁面使其均匀向内压缩。

可选的，所述驱动机构包括驱动电机，所述驱动电机通过联轴器传动连接有主动锥齿轮，所述主动锥齿轮啮合有水平布置的从动锥齿轮，所述从动锥齿轮上方同轴设置有盘型锥齿轮，所述刚性支撑杆一端固定安装有压缩锥齿轮，四个所述压缩锥齿轮均分别与所述盘型锥齿轮传动连接。

可选的，还包括第一底板和第二底板，所述第一底板底部通过多个伸缩支杆与所述第二底板固定连接；所述第一底板四个侧壁上均开设有朝向中心方向的导向槽，四个所述刚性支撑杆对应活动垂直设置于四个所述导向槽内；所述导向槽外侧下方固定设有压缩锥齿轮外轴承座，所述压缩锥齿轮外轴承座上安装有与压缩锥齿轮连接的压缩锥齿轮轴承；所述第一底板内底部安装有盘型锥齿轮轴承座，所述第二底板顶部安装有与所述盘型锥齿轮轴承座同轴的从动锥齿轮轴承座，所述盘型锥齿轮轴承座和从动锥齿轮轴承座用于与所述盘型锥齿轮轴和从动锥齿轮的齿轮轴连接；所述从动锥齿轮轴承座一侧设有主动锥齿轮轴承座，所述主动锥齿轮轴承座外侧的第二底板上开设有驱动电机安装通孔。

可选的，所述电解液循环接口中内嵌有温度传感器、流速传感器及粘度传感器，所述温度传感器、流速传感器及粘度传感器分别与所述控制器电连接。

可选的，所述电解液循环系统包括水箱和沉淀池，所述电解液循环接口通过第一进水管与所述水箱连通，所述水箱通过第一回水管与所述柔性箱体连通，所述水箱通过第二进水管与所述沉淀池下方连通，所述水箱通过第二回水管与所述沉淀池上方连通，所述第一进水管、第一回水管、第二进水管和第二回水管上均设有水泵。

本发明相对于现有技术取得了以下技术效果：

本发明通过随动调节系统使得大尺寸标准立方金属铈在金属电池中得以直接使用，能够将电池阳极金属铈与电池阴极空气电极之间的距离维持在一个相对恒定值，保证电化学反应持续稳定进行，让金属空气燃料电池始终处于一个高效率发电的工况中。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是

本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1为本发明柔性箱体结构示意图；

图2为本发明随动调节模块和驱动机构示意图；

图3为本发明驱动机构的传动简图；

图4为本发明第一底板和第二底板处结构示意图；

图5为本发明第一底板和第二底板另一角度示意图；

图6为本发明大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统整体结构初始状态示意图；

图7为本发明电解液循环系统路线布置示意图；

图8为本发明大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统整体结构压缩状态示意图；

附图标记说明：1-柔性箱体，2-滑槽，3-贯通孔，4-电解液循环接口，5-刚性支撑杆，6-丝杠，7-压缩锥齿轮，8-盘型锥齿轮，9-驱动电机，10-联轴器，11-主动锥齿轮，12-从动锥齿轮，13-第一底板，14-导向槽，15-压缩锥齿轮外轴承座，16-伸缩支杆，17-从动锥齿轮轴承座，18-盘型锥齿轮轴承座，19-主动锥齿轮轴承座，20-驱动电机安装通孔，21-第二底板，22-水箱，23-沉淀池，24-金属铈，25-固定支架，26-摄像头，27-水泵。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，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。

本发明的目的是提供一种大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统，以解决上述现有技术存在的问题，在反应过程中能够根据金属铈的尺寸变化通过随动调节机制实现尺寸的实时调节，保证电化学反应的持续性和稳定性，提升了金属空气燃料电池的性能可靠性。

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

术语解释：随动调节系统：随动调节系统也叫伺服系统或跟踪系统，是一种反馈调节系统，随动调节系统的输入量随机改变，系统的输出量以一定的精度跟随输入量变化。金属空气燃料电池：是一类特殊的燃料电池，以金属为燃料，与空气中的氧气发生氧化还原反应产生电能。电解液：电解液是化学电池、电解电容等使用的介质，在本发明中电解液为 10%浓度的氯化钠溶液。标准立方金属锭：边长为 1 米尺寸标准的 99.9%纯度的金属立方体。

参考附图 1、附图 2 和附图 6 所示，本发明提供一种大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统，包括橡胶材质的柔性箱体 1，柔性箱体 1 内用于承装电解液和金属锭 24，本发明采用大尺寸的立方体金属锭作为阳极，柔性箱体 1 内作为电化学反应空间，柔性箱体 1 内壁嵌有柔性空气电极作为阴极；柔性箱体 1 侧壁连接有随动调节模块，随动调节模块能够跟随金属锭 24 的尺寸变化改变柔性箱体 1 的形状，缩小电化学反应空间尺寸；驱动机构用于控制随动调节模块动作；本发明直接以大尺寸的标准立方金属锭作为电池阳极，其箱体由柔性橡胶材料制成，配合随动调节系统可以根据金属锭的尺寸实时调节箱体形状，保证电化学反应过程的持续性和稳定性，解决了大型金属电池随反应的进行性能逐渐降低的技术问题。

具体的，柔性箱体 1 为柔性橡胶材料开模制成的无顶圆角方形箱体，为整个装置的核心部件，随动调节机制使其能够随金属锭尺寸的变化实时改变形状，保证反应过程的持续与稳定；柔性箱体 1 底部一角开有电解液循环接口 4，电解液循环接口 4 外接电解液循环系统，用来排出箱体在形变过程中盈余的电解质溶液，并在一定条件下进行沉淀净化，如图 7 所示，电解液循环系统包括水箱 22 和沉淀池 23，电解液循环接口 4 通过第一进水管与水箱 22 连通，水箱 22 通过第一回水管与柔性箱体 1 连通，水箱 22 通过第二进水管与沉淀池 23 下方连通，水箱 22 通过第二回水管与沉淀池 23 上方连通，第一进水管、第一回水管、第二进水管和第二回水管上均设有水泵 27，电解液循环接口 4 将反应池连接到循环系统；水箱作为电解液的临时储备空间，同时在满足一定条件时对其进行沉淀净化，保证电化学反应高效、稳定进行。随动调节模块包括四个刚性支撑杆 5，刚性支撑杆 5 固定插设于柔性箱体 1 四个侧壁内部中心开设的垂向的贯通孔 3 内；刚性支撑杆 5 底部固定连接有滑块，滑块一侧开设

有沿丝杠6方向的轴向螺纹通孔, 螺纹通孔内螺纹连接有水平布置的丝杠6, 将丝杠6的旋转运动转变为刚性支撑杆5的平移运动, 丝杠6一端与驱动机构传动连接, 驱动机构包括驱动电机9, 驱动电机9通过联轴器10传动连接有主动锥齿轮11, 主动锥齿轮11啮合有水平布置的从动锥齿轮12, 从动锥齿轮12上方同轴设置有盘型锥齿轮8, 刚性支撑杆5一端固定安装有压缩锥齿轮7, 四个压缩锥齿轮7均分别与盘型锥齿轮8传动连接, 刚性支撑杆5作为箱体形变的直接施力部件, 驱动机构能够带动丝杠6转动, 丝杠6转动时使得其螺纹连接的滑块沿着丝杠6水平移动, 进而在丝杠6作用下四根刚性支撑杆5可向中心运动, 推动箱体壁面发生弹性形变向内部压缩。

为了使得传动机构安装更为稳固可靠, 本发明独特的设计了第一底板13和第二底板21, 如图4和图5所示, 第一底板13底部通过多个伸缩支杆16与第二底板21固定连接; 第一底板13四个侧壁上均开设有朝向中心方向的导向槽14, 四个刚性支撑杆5对应活动垂直设置于四个导向槽14内; 导向槽14外侧下方固定设有压缩锥齿轮外轴承座15, 压缩锥齿轮外轴承座15上安装有与压缩锥齿轮连接的压缩锥齿轮轴承; 第一底板13内底部安装有盘型锥齿轮轴承座18, 第二底板21顶部安装有与盘型锥齿轮轴承座18同轴的从动锥齿轮轴承座17, 盘型锥齿轮轴承座18和从动锥齿轮轴承座17用于与盘型锥齿轮轴和从动锥齿轮的齿轮轴连接; 从动锥齿轮轴承座17一侧设有主动锥齿轮轴承座19, 主动锥齿轮轴承座19外侧的第二底板21上开设有驱动电机安装通孔20, 驱动电机安装通孔20通过螺栓与驱动电机9连接, 从而使得各个锥齿轮结构以及驱动电机9能够安装于底板对应位置处, 第一底板13放置于柔性箱体1下, 柔性箱体1底面由第一底板13承托, 防止形变过程中箱体底面向下鼓包; 贯通橡胶箱体的刚性支撑杆5穿过导向槽14, 与丝杠6啮合, 导向槽14对刚性支撑杆5的平移运动起导向作用, 限制支撑杆仅能沿槽方向运动; 伸缩支杆16用于调节底板两层间距, 便于驱动机构的装配。

参考附图3所示, 驱动机构的传动计算说明如下:

设驱动电机转速为 n_0 , 主动锥齿轮通过联轴器与驱动电机轴连接, 因此其转速 $n_1=n_0$; 主动锥齿轮与从动锥齿轮之间的传动比为 i_1 , 则从动锥齿轮的转速 n_2 满足以下关系式:

$$n_2 = i_1 \cdot n_1$$

从动锥齿轮和盘型锥齿轮同轴固连，因此盘型锥齿轮转速 $n_3 = n_2$ ，盘型锥齿轮与四个压缩锥齿轮之间的传动比为 i_2 ，则压缩锥齿轮的转速 n_4 满足以下关系式：

$$n_4 = n_3 \cdot i_2$$

压缩锥齿轮与丝杠固连，因此丝杠转速 $n_5 = n_4$ ，设丝杠导程为 d ，则螺母直线运动速度即支撑杆水平移动的速度 v 为：

$$v = n_5 \cdot d$$

整合以上公式，得出支撑杆水平移动速度 v 与电机转速 n_0 的关系式为：

$$v = i_1 \cdot i_2 \cdot d \cdot n_0$$

进一步优选的，柔性箱体 1 顶端四角位置处均开设有滑槽 2，柔性箱体 1 上方设有固定支架 25，固定支架 25 上活动安装有摄像头 26，摄像头 26 连接有控制器，控制器与驱动机构电连接，电解液循环接口 4 中内嵌有温度传感器、流速传感器及粘度传感器，温度传感器、流速传感器及粘度传感器分别与控制器电连接，控制器采用现有微控制器 MCU，金属铈 24 通过螺栓固定设置于固定支架 25 下端，固定支架 25 侧壁上固定连接有四个水平连杆，水平连杆位于滑槽 2 内，固定支架 25 内部嵌有导线，连接柔性箱体 1 壁面中嵌入的空气电极与金属铈，使电路导通，摄像头 26 可绕固定支架 25 上的安装杆 360 度转动，采集图像信息，用来判断金属铈 24 反应状态和金属铈-箱体间距。

本发明控制基本原理为：传感器采集到电解液温度、流速、粘度、电机转速等信息，以及摄像头采集的金属铈与壁面间距数据，输入到控制器 MCU，MCU 对这些数据进行处理，比对当前间距与预先设定的期望值，根据其内置算法向驱动电机和水泵发送指令信息，驱动电机接收到指令后调整工作状态，与之相连的传动机构将驱动电机的转动传递并转化为刚性支撑杆 5 的移动，以改变柔性箱体 1 的形状，从而实现柔性箱体 1 尺寸的随动调节。与此同时，若柔性箱体 1 被压缩，MCU 控制柔性箱体 1 内反应池与水箱 22 之间的水泵 27 将柔性箱体 1 内盈余的电解液抽至循环水箱；若柔性箱体 1 形状复原，则水泵 27 将水箱 22 中的电解液重新泵入柔性箱体 1 内。当 MCU 接收到粘度传感器的粘度数据超过某个阈值时，将下达指令至水箱与沉淀池 23 之间的水泵 27，

将水箱 22 中的氢氧化金属悬浊液泵入沉淀池 23 进行沉淀,上层清液回流至水箱 22,作为柔性箱体 1 内反应池的储备液。

实施例一

本实施例中,以金属镁作为一种具体的示例,在本实施例中初始状态即电化学反应尚未开始时,未发生弹性变形的柔性箱体 1 内部空间此刻为最大,能够容纳尺寸最大为 $1\text{m}\times 1\text{m}\times 1\text{m}$ 的标准尺寸立方镁锭;柔性箱体 1 置于底板上,在镁电池工作前,首先将驱动机构、底板、柔性箱体 1 及附件连接好,后将标准立方镁锭用螺栓固定在固定支架上,固定支架安装于柔性箱体 1 顶端,通过四角上的滑槽相配合,将镁锭悬置于柔性箱体 1 内且保持四个侧面与柔性箱体 1 壁面平行。将摄像头与传感器信号接口与控制器 MCU 通过导线连接,然后通过电解液循环接口 4 将配制好的 10%浓度的氯化钠溶液用水泵泵入柔性箱体 1 内直至淹没整个镁锭 24,电化学反应开始,镁电池开始持续发电。

待镁锭 24 经过一定初始时间反应后,摄像头 26 开始环绕采集图像信息,获取镁锭 24 边缘与箱壁之间实时距离数据,MCU 分析取间距最小值 $L_{\min}$,当 $L_{\min}$ 大于 20mm 时,控制器 MCU 发出启动指令给驱动电机,使其开始工作正转,通过驱动机构推动柔性箱体 1 壁面压缩,驱动电机 9 设有转动传感器与控制器连接,便于调控转速,当 $L_{\min}$ 小于等于 10mm 时,控制器 MCU 发出抑制信号,使其反转,通过驱动机构推动柔性箱体 1 壁面扩张。当 MCU 接收到粘度传感器输入的粘度数据超过设定的粘度阈值时,下达指令至水箱 22 与沉淀池 23 之间的水泵 27,将水箱 22 中的悬浊液泵入斜管沉淀池 23 进行沉淀,沉淀物由底部抽出,上层清液回流至水箱 22。

如图 8 所示,随动调节系统使得大尺寸标准立方镁锭在镁空气燃料电池中得以直接使用,能够将电池阳极镁锭与电池阴极空气电极之间的距离维持在一个相对恒定值,保证电化学反应持续稳定进行,让镁空气燃料电池始终处于一个高效率发电的工况中。

在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“顶”、“底”、“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”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

本发明中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

权 利 要 求 书

1、一种大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统，其特征在于：包括柔性箱体，所述柔性箱体内用于承装电解液和金属铈，作为电化学反应空间，所述柔性箱体内壁嵌有柔性空气电极；随动调节模块，所述随动调节模块能够跟随金属铈的尺寸变化改变柔性箱体的形状，缩小电化学反应空间尺寸；驱动机构，所述驱动机构用于控制所述随动调节模块动作。

2、根据权利要求1所述的大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统，其特征在于：所述柔性箱体为柔性橡胶材料开模制成的无顶圆角方形箱体；所述随动调节模块与所述柔性箱体的四个侧壁固定连接，且所述随动调节模块在外力作用下能够推动柔性箱体壁面发生弹性形变向内部压缩；所述柔性箱体底部一角开有电解液循环接口，所述电解液循环接口外接电解液循环系统。

3、根据权利要求2所述的大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统，其特征在于：所述随动调节模块包括四个刚性支撑杆，所述刚性支撑杆固定插设于所述柔性箱体四个侧壁内部中心开设的垂向贯通孔内；所述刚性支撑杆底部固定连接有滑块，所述滑块一侧开设有螺纹通孔，所述螺纹通孔内螺纹连接有水平布置的丝杠，所述丝杠一端与所述驱动机构传动连接。

4、根据权利要求2所述的大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统，其特征在于：所述柔性箱体上方设有固定支架，所述固定支架上活动安装有摄像头，所述摄像头连接有控制器，所述控制器与所述驱动机构电连接。

5、根据权利要求4所述的大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统，其特征在于：所述柔性箱体顶端四角位置处均开设有滑槽，所述固定支架侧壁上固定连接有四个水平连杆，所述水平连杆位于所述滑槽内。

6、根据权利要求3所述的大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统，其特征在于：所述驱动机构包括驱动电机，所述驱动电机通过联轴器传动连接有主动锥齿轮，所述主动锥齿轮啮合有水平布置的从动锥齿轮，所述从动锥齿轮上方同轴设置有盘型锥齿轮，所述刚性支撑杆一端固定安装有压缩锥齿轮，四个所述压缩锥齿轮均分别与所述盘型锥齿轮传动连接。

7、根据权利要求6所述的大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统，其特征在于：还包括第一底板和第二底板，所述第一底板底部通过多个伸缩支杆与所述第二底板固定连接；所述第一底板四个侧壁上均开设有朝向中心方向的导向槽，四个所述刚性支撑杆对应活动垂直设置于四个所述导向槽内；所述导向槽外侧下方固定设有压缩锥齿轮外轴承座，所述压缩锥齿轮外轴承座上安装有与压缩锥齿轮连接的压缩锥齿轮轴承；所述第一底板内底部安装有盘型锥齿轮轴承座，所述第二底板顶部安装有与所述盘型锥齿轮轴承座同轴的从动锥齿轮轴承座，所述盘型锥齿轮轴承座和从动锥齿轮轴承座用于与所述盘型锥齿轮轴和从动锥齿轮的齿轮轴连接；所述从动锥齿轮轴承座一侧设有主动锥齿轮轴承座，所述主动锥齿轮轴承座外侧的第二底板上开设有驱动电机安装通孔。

8、根据权利要求4所述的大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统，其特征在于：所述电解液循环接口中内嵌有温度传感器、流速传感器及粘度传感器，所述温度传感器、流速传感器及粘度传感器分别与所述控制器电连接。

9、根据权利要求8所述的大尺寸阳极随动调节的金属空气燃料电池系统，其特征在于：所述电解液循环系统包括水箱和沉淀池，所述电解液循环接口通过第一进水管与所述水箱连通，所述水箱通过第一回水管与所述柔性箱体连通，所述水箱通过第二进水管与所述沉淀池下方连通，所述水箱通过第二回水管与所述沉淀池上方连通，所述第一进水管、第一回水管、第二进水管和第二回水管上均设有水泵。