



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206070012 U

(45)授权公告日 2017. 04. 05

(21)申请号 201620786273.8

(22)申请日 2016.07.22

(73)专利权人 全球能源互联网研究院

地址 102211 北京市昌平区北七家镇未来科技城北区国家电网院内

专利权人 国家电网公司
国网安徽省电力公司电力科学研究院
国网天津市电力公司
国网节能服务有限公司

(72)发明人 牛萌 肖宇 赵鹏程 刘锋
杜兆龙 苏镇西 刘伟 霍现旭
赵洪磊 蒋菱 赵鹏翔 赵锦
赵正凯 王诚

(74)专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250

代理人 李敏

(51)Int.Cl.
G25B 1/04(2006.01)
G25B 1/00(2006.01)
G25B 9/04(2006.01)
G25B 15/02(2006.01)
G25B 9/00(2006.01)
G25B 11/04(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

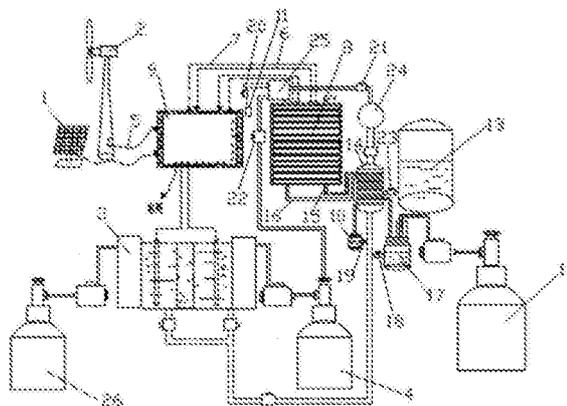
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)实用新型名称

一种耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置

(57)摘要

本实用新型提供了一种耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,包括发电单元、制氢单元、控制单元、设置有CO₂进口和燃料进口的可逆SOFC,发电单元的电输出端分别与制氢单元和可逆SOFC的电输入端连接,可逆SOFC的电输出端与制氢单元相连,控制单元根据发电单元的发电量、制氢单元电解所需的用电量和可逆SOFC电解所需的用电量控制发电单元的电能输出、制氢单元的电能输入、可逆SOFC的电能输出/输入。本实用新型的装置不仅储备了可再生能源,还实现了CO₂的资源化利用,有效解决了因采用风能、太阳能发电而导致电解制氢的间歇性和波动性问题,并且还能避免消耗常规电能,大幅降低电解制氢成本、提高电解效率,延长电解装置的使用寿命、提高电解装置的稳定性和能量利用率。



1. 一种耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,包括:

发电单元,包括太阳能电池(1)和/或风力发电机(2);

制氢单元,其包括电解装置(3)及与所述电解装置(3)相连的储氢罐(4),所述电解装置(3)与所述发电单元的电输出端(5)相连;

其特征在于,还包括:

可逆SOFC(8),所述可逆SOFC(8)的电输入端(7)与所述发电单元的电输出端(5)相连,所述可逆SOFC(8)的电输出端(6)与所述电解装置(3)相连,所述可逆SOFC(8)还设置有CO₂进口和燃料进口;

控制单元(9),用于根据所述发电单元的发电量、所述制氢单元电解所需的用电量和所述可逆SOFC(8)电解所需的用电量控制所述发电单元的电能输出、控制所述制氢单元的电能输入、以及控制所述可逆SOFC(8)的电能输出或输入。

2. 根据权利要求1所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,其特征在于,所述控制单元(9)用于当 $Q_1 > Q_2 + Q_3$ 时控制所述发电单元分别向所述电解装置(3)和所述可逆SOFC(8)供电,使得所述电解装置(3)电解水制得氢气,同时所述可逆SOFC(8)进入SOEC工作模式共电解水和CO₂制得含有H₂、CO、CH₄和C₂H₄的混合气体;

其中, Q_1 为所述发电单元的发电量, Q_2 为所述电解装置(3)电解水所需的用电量, Q_3 为所述可逆SOFC(8)共电解水和CO₂所需的用电量。

3. 根据权利要求1所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,其特征在于,所述控制单元(9)用于当 $Q_2 + Q_3 > Q_1 > Q_2$ 时控制所述发电单元仅向所述电解装置(3)供电;

其中, Q_1 为所述发电单元的发电量, Q_2 为所述电解装置(3)电解水所需的用电量, Q_3 为所述可逆SOFC(8)共电解水和CO₂所需的用电量。

4. 根据权利要求1所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,其特征在于,所述控制单元(9)用于当 $Q_2 > Q_1$ 时控制所述可逆SOFC(8)进入SOFC工作模式发电,产生的电能为所述电解装置(3)供电;

其中, Q_1 为所述发电单元的发电量, Q_2 为所述电解装置(3)电解水所需的用电量。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,其特征在于,所述控制单元(9)包括顺次连接的A/D转换器、变压器和控制器;

所述控制器用于将所述发电单元产生的电能传输给所述电解装置(3)、所述可逆SOFC(8)和/或电网、以及将所述可逆SOFC(8)产生的电能传输给所述电解装置(3)和/或电网。

6. 根据权利要求5所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,其特征在于,所述燃料进口与所述储氢罐(4)相连通;

所述可逆SOFC(8)还设置有阴极尾气出口,所述阴极尾气出口与阴极水回收装置(10)相连。

7. 根据权利要求6所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,其特征在于,还包括:

CO₂气罐(11),与所述可逆SOFC(8)的CO₂进口相连接;

蓄水罐(13),分别与所述可逆SOFC(8)的进水口和所述电解装置(3)的进水口相连接;

混合气罐(12),与所述可逆SOFC(8)的出气口相连接,所述混合气罐(12)用于容纳含有H₂、CO、CH₄和C₂H₄的混合气体。

8. 根据权利要求7所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,其特征在于,还包括:

换热水箱,所述换热水箱包括水箱本体(14)和沿所述水箱本体(14)的外壁螺旋设置的第一换热管道(15)和第二换热管道(16);

所述水箱本体(14)设置有入水口和出水口,所述入水口与所述蓄水罐(13)相连通,所述出水口分别与所述可逆SOFC(8)的进水口和所述电解装置(3)的进水口相连接;

所述第一换热管道(15)的两端分别与所述可逆SOFC(8)的出气口和所述混合气罐(12)相连通;

所述第二换热管道(16)的两端分别与所述阴极尾气出口与阴极水回收装置(10)相连通。

9. 根据权利要求8所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,其特征在于,还包括冷凝回收装置(17),其设置于所述水箱本体(14)与所述混合气罐(12)之间的第一换热管道(15)上,并与所述可逆SOFC(8)的出气口和所述混合气罐(12)相连通。

10. 根据权利要求9所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,其特征在于,所述冷凝回收装置(17)通过第一电磁阀(18)与所述水箱本体(14)相连;

所述阴极水回收装置(10)通过第二电磁阀(19)与所述水箱本体(14)相连。

11. 根据权利要求8-10任一项所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,其特征在于,所述控制单元还包括:

第三电磁阀(20),设置在所述CO₂气罐(11)与所述可逆SOFC(8)的CO₂进口之间的连接线路路上;

第四电磁阀(21),设置在所述蓄水罐(13)与所述可逆SOFC(8)的进水口之间的连接线路路上;

第五电磁阀(22),设置在所述可逆SOFC(8)的进氢口与所述储氢罐(4)之间的连接线路路上;

第六电磁阀(23),设置在所述蓄水罐(13)与所述水箱本体(14)之间的连接线路路上。

12. 根据权利要求11所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,其特征在于,所述控制器用于控制所述第一电磁阀(18)、第二电磁阀(19)、第三电磁阀(20)、第四电磁阀(21)、第五电磁阀(22)及第六电磁阀(23)的开/断。

一种耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于能源利用技术领域,尤其涉及一种风能-太阳能-SOEC能源互补的SPE耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置。

背景技术

[0002] 在人类的发展历程中,煤炭、石油、天然气等化石能源为人类文明的进步做出了卓越的贡献,未来的几十年内化石能源对人类社会的发展依然起着举足轻重的作用。然而,随着经济和人口的快速发展,化石能源的过度开发及利用率低等因素已造成世界范围内的能源危机,并严重地破坏了生态平衡,尤其是在技术相对落后的不发达国家或者发展中国家,环境污染给人们生活带来的危害日益突出,因此,开发新型能源,研制清洁高效的能量转换策略已成为人类生存发展的必然选择。

[0003] 作为一种清洁的可再生能源,氢气被公认为是能源供应的最终选择,固体氧化物电解质(SPE)电解水制氢技术可以制备高纯氢,因而非常适用于开发氢燃料电池。目前SPE制氢的电解效率最高可达75%,但总的制氢效率却只有35%,这是因为制氢技术主要消耗的是电能,平均生产每立方米的氢气所需的电能为4.5~5.5kWh,电费消耗占整个制氢成本的80%,因此,如何有效降低制氢成本、提高制氢效率是本领域研究的重要课题。

[0004] 近年来,利用风能、太阳能等可再生能源的发电技术在全球范围内得到了飞速发展,风能和太阳能发电的生产规模 and 市场化也得到进一步扩大。但由于风能和太阳能发电均存在着不稳定、难以智能并网的不足,故而可以将风能和太阳能经过SPE电解水制氢而间接地储存在H₂中,这种方式更有利于能源的储存和运输,且运输过程中不需要复杂的电网运输系统、能量损失少。例如,中国专利文献CN105631230A公开了一种太阳能光伏组件与SPE电解槽的直接耦合优化方法,该方法通过对光伏发电制氢系统中的串联光伏电池板数量进行精确计算,使得光伏组件能够直接与SPE电解槽连接,从而优化了资源配置,提高了制氢系统的整体工作效率。然而,风能和太阳能发电受天气因素影响较大,夜间无日光、阴天下雨、或者风力不足时都会造成风能和太阳能单独发电存在间歇性和波动性,从而影响SPE电解制氢的效率,上述技术显然没有考虑到这一实际情况,因而无法克服因采用风能或太阳能发电而导致SPE电解制氢的间歇性和波动性等缺陷。

[0005] 众所周知,化石能源的消耗与CO₂的排放密切相关,CO₂等温室气体所导致的全球性气候变暖问题已成为当今国际社会讨论的重要议题。固体氧化物电解池(SOEC)技术可以共电解CO₂和水生产合成气,使CO₂变废为宝,实现了CO₂的资源化利用。另外,SOEC的逆运行即成为固体氧化物燃料电池(SOFC),它可以将化学能转化为电能,具有燃料适应性广(例如所用燃料可以是H₂、CO或碳氢化合物)、结构紧凑、维护简单、部分负载效率高等优点。上述这种既可以处于SOFC工作模式,又可以处于SOEC工作模式的固体氧化物燃料电池,称之为可逆固体氧化燃料电池,简称可逆SOFC。

[0006] 综上所述,如何能够实现可逆SOFC与SPE电解制氢技术的耦合,使得既可利用SOFC发电系统为SPE供电以解决因采用风能或太阳能发电而导致SPE电解制氢的间歇性和波动

性问题,又可通过SOEC电解系统达到CO₂资源化利用的目的,这依然是本领域研究的技术空白点。

实用新型内容

[0007] 本实用新型所要解决的技术问题在于克服现有技术由于转换效率低而无法实现可逆SOFC与电解制氢耦合的缺陷,进而提供一种能够耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,以解决因采用风能或太阳能发电而导致电解制氢的间歇性和波动性问题,同时实现CO₂的资源化利用。

[0008] 为此,本实用新型实现上述目的的技术方案为:

[0009] 一种耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,包括:

[0010] 发电单元,包括风力发电机和/或太阳能电池;

[0011] 制氢单元,其包括电解装置及与所述电解装置相连的储氢罐,所述电解装置与所述发电单元的电输出端相连;

[0012] 还包括:

[0013] 可逆SOFC,所述可逆SOFC的电输入端与所述发电单元的电输出端相连,所述可逆SOFC的电输出端与所述电解装置相连,所述可逆SOFC还设置有CO₂进口和燃料进口;

[0014] 控制单元,用于根据所述发电单元的发电量、所述制氢单元电解所需的用电量和所述可逆SOFC电解所需的用电量控制所述发电单元的电输出、控制所述制氢单元的电输入、以及控制所述可逆SOFC的电输出或输入。

[0015] 优选地,所述控制单元用于当 $Q_1 > Q_2 + Q_3$ 时控制所述发电单元分别向所述电解装置和所述可逆SOFC供电,使得所述电解装置电解水制得氢气,同时所述可逆SOFC进入SOEC工作模式共电解水和CO₂制得含有H₂、CO、CH₄和C₂H₄的混合气体;和/或

[0016] 所述控制单元用于当 $Q_2 + Q_3 > Q_1 > Q_2$ 时控制所述发电单元仅向所述电解装置供电;和/或

[0017] 所述控制单元用于当 $Q_2 > Q_1$ 时控制所述可逆SOFC进入SOFC工作模式发电,产生的电能为所述电解装置供电;

[0018] 其中, Q_1 为所述发电单元的发电量, Q_2 为所述电解装置电解水所需的用电量, Q_3 为所述可逆SOFC共电解水和CO₂所需的用电量。

[0019] 优选地,所述控制单元包括顺次连接的A/D转换器、变压器和控制器;

[0020] 所述控制器用于将所述发电单元产生的电能传输给所述电解装置、所述可逆SOFC和/或电网、以及将所述可逆SOFC产生的电能传输给所述电解装置和/或电网。

[0021] 优选地,所述燃料进口与所述储氢罐相连通;所述可逆SOFC还设置有阴极尾气出口,所述阴极尾气出口与阴极水回收装置相连。

[0022] 进一步地,还包括:

[0023] CO₂气罐,与所述可逆SOFC的CO₂进口相连接;

[0024] 蓄水罐,分别与所述可逆SOFC的进水口和所述电解装置的进水口相连接;

[0025] 混合气罐,与所述可逆SOFC的出气口相连接,所述混合气罐用于容纳含有H₂、CO、CH₄和C₂H₄的混合气体。

[0026] 更进一步地,还包括:

[0027] 换热水箱,所述换热水箱包括水箱本体和沿所述水箱本体的外壁螺旋设置的第一换热管道和第二换热管道;

[0028] 所述水箱本体设置有入水口和出水口,所述入水口与所述蓄水罐相通,所述出水口分别与所述可逆SOFC的进水口和所述电解装置的进水口相连接;

[0029] 所述第一换热管道的两端分别与所述可逆SOFC的出气口和所述混合气罐相通;

[0030] 所述第二换热管道的两端分别与所述阴极尾气出口与阴极水回收装置相通。

[0031] 更进一步地,还包括冷凝回收装置,其设置于所述水箱本体与所述混合气罐之间的第一换热管道上,并与所述可逆SOFC的出气口和所述混合气罐相通。

[0032] 优选地,所述冷凝回收装置通过第一电磁阀与所述水箱本体相连;

[0033] 所述阴极水回收装置通过第二电磁阀与所述水箱本体相连。

[0034] 优选地,所述控制单元还包括:

[0035] 第三电磁阀,设置在所述CO₂气罐与所述可逆SOFC的CO₂进口之间的连接线路上;

[0036] 第四电磁阀,设置在所述蓄水罐与所述可逆SOFC的进水口之间的连接线路上;

[0037] 第五电磁阀,设置在所述可逆SOFC的进氢口与所述储氢罐之间的连接线路上;

[0038] 第六电磁阀,设置在所述蓄水罐与所述水箱本体之间的连接线路上。

[0039] 优选地,所述控制器用于控制所述第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀、第四电磁阀、第五电磁阀及第六电磁阀的开/断。

[0040] 本实用新型的上述技术方案具有如下优点:

[0041] 1、本实用新型所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,包括由风力发电机和/或太阳能电池组成的发电单元、制氢单元、控制单元、及设置有CO₂进口和燃料进口的可逆SOFC,发电单元的电输出端分别与制氢单元中的电解装置和可逆SOFC的电输入端相连接,可逆SOFC的电输出端也与电解装置相连,控制单元能够根据发电单元的发电量、制氢单元电解所需的用电量和可逆SOFC电解所需的用电量来控制发电单元的电能输出、控制制氢单元的电能输入、以及控制可逆SOFC的电能输出或输入。本实用新型所述的装置通过设置控制单元,使得控制单元能够根据发电单元的发电量Q₁、电解装置电解水所需的用电量Q₂以及可逆SOFC共电解水和CO₂所需的用电量Q₃三者间的大小关系决定发电单元的电能输出、制氢单元的电能输入、及可逆SOFC的电能输出或输入,有效解决了现有技术因转换效率低而导致无法实现SOFC与电解制氢耦合的缺陷;具体地讲,当Q₁>Q₂+Q₃时,发电单元分别向电解装置和可逆SOFC供电,使得电解装置电解水制得氢气,同时可逆SOFC也进入SOEC工作模式共电解水和CO₂制得含H₂、CO、CH₄和C₂H₄的混合气体,从而将风能、太阳能转化为化学能分别储存到氢气及上述混合气体中,不仅储备了可再生能源,同时还实现了CO₂的资源化利用;当Q₂+Q₃>Q₁>Q₂时,发电单元仅向电解装置供电,以保证持续制氢;而当Q₂>Q₁时,即发电单元产生的电能无法满足电解装置电解水所需的电能,则可逆SOFC进入SOFC工作模式,利用燃料和空气发电,进而为电解装置提供电能,由此确保电解装置的持续电解制氢,从而有效解决因采用风能、太阳能发电而导致电解制氢的间歇性和波动性问题。

[0042] 并且,本实用新型的装置通过利用风能和太阳能等可再生能源发电为制氢单元和可逆SOFC工作提供电能,风能和太阳能的结合使得本实用新型的装置基本能够应对各种天气状况对发电单元产生的负面影响;即便在风能、太阳能不足的情况下本实用新型还可通过可逆SOFC发电继续为制氢单元提供电能,一方面避免制氢单元消耗常规的电能,大幅降

低了电解制氢的成本、提高了电解效率,使得本实用新型的制氢效率可高达70%,另一方面还有助于延长电解装置的使用寿命、提高电解装置的稳定性和能量利用率。

[0043] 2、本实用新型所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,其控制单元通过设置控制器,以将发电单元产生的电能传输给电解装置、可逆SOFC和/或电网、以及将可逆SOFC产生的电能传输给电解装置和/或电网,从而使得本实用新型的装置不仅能够储氢,还能实现并网运行,在用电高峰期时,发电单元可以将多余的电能提供给电网,同时可逆SOFC也可以利用其自身共电解所储存的化学能为千家万户输送电力,达到削峰填谷的目的。

[0044] 3、本实用新型所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置,由于可逆SOFC在SOEC工作模式下的工作温度为800℃左右,在如此高温下共电解水和CO₂所产生的混合气体自身携带着大量的热量,并且,可逆SOFC在SOFC工作模式下产生的阴极尾气也具有一定的热量,因而本实用新型还设置了换热水箱,其包括水箱本体和沿水箱本体的外壁螺旋设置的第一换热管道和第二换热管道,水箱本体设置有入水口和出水口,入水口与蓄水罐相连通,出水口分别与可逆SOFC的进水口和电解装置的进水口相连接,第一换热管道的两端分别与可逆SOFC的出气口和混合气罐相连通,第二换热管道的两端分别与阴极尾气出口与阴极水回收装置相连通;从而能够利用混合气体和阴极尾气分别预热电解过程中所需的水源,从而有利于进一步降低制氢成本、提高系统效率,实现热电联供。

附图说明

[0045] 为了更清楚地说明本实用新型具体实施方式中的技术方案,下面将对具体实施方式描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本实用新型的一些实施方式,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。

[0046] 图1为本实用新型所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置的示意图;

[0047] 其中,附图标记如下:

[0048] 1-太阳能电池;2-风力发电机;3-电解装置;4-储氢罐;5-发电单元的电输出端;6-可逆SOFC的电输出端;7-可逆SOFC的电输入端,8-可逆SOFC;9-控制单元;10-阴极水回收装置;11-CO₂气罐;12-混合气罐;13-蓄水罐;14-水箱本体;15-第一换热管道;16-第二换热管道;17-冷凝回收装置;18-第一电磁阀;19-第二电磁阀;20-第三电磁阀;21-第四电磁阀;22-第五电磁阀;23-第六电磁阀;24-水汽化器;25-气体混合器;26-氧气罐。

具体实施方式

[0049] 下面将结合附图对本实用新型的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,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,都属于本实用新型保护的范围。此外,下面所描述的本实用新型不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0050] 实施例1

[0051] 如图1所示,本实施例所述的耦合CO₂资源化利用的制氢储能装置包括发电单元、制氢单元、可逆SOFC及控制单元,其中:所述发电单元包括太阳能电池1和风力发电机2;所

述制氢单元包括电解装置3及与所述电解装置3相连的储氢罐4和氧气罐26,所述电解装置3与所述发电单元的电输出端5相连;所述可逆SOFC 8的电输入端7与所述发电单元的电输出端5相连,所述可逆SOFC 8的电输出端6与所述电解装置3相连,所述可逆SOFC 8还设置有CO₂进口和燃料进口;所述控制单元9用于根据所述发电单元的发电量、所述制氢单元电解所需的用电量和所述可逆SOFC 8电解所需的用电量控制所述发电单元的电输出、控制所述制氢单元的电输入、以及控制所述可逆SOFC 8的电输出或输入。

[0052] 本实施例所述的装置通过设置控制单元,使得控制单元能够根据发电单元的发电量Q₁、电解装置电解水所需的用电量Q₂以及可逆SOFC共电解水和CO₂所需的用电量Q₃三者间的大小关系决定发电单元的电输出、制氢单元的电输入、及可逆SOFC的电输出或输入,有效解决了现有技术因转换效率低而导致无法实现SOFC与电解制氢耦合的缺陷;具体地讲,当Q₁>Q₂+Q₃时,发电单元分别向电解装置和可逆SOFC供电,使得电解装置电解水制得氢气,同时可逆SOFC也进入SOEC工作模式共电解水和CO₂制得含H₂、CO、CH₄和C₂H₄的混合气体,从而将风能、太阳能转化为化学能分别储存到氢气及上述混合气体中,不仅储备了可再生能源,同时还实现了CO₂的资源化利用;当Q₂+Q₃>Q₁>Q₂时,发电单元仅向电解装置供电,以保证持续制氢;而当Q₂>Q₁时,即发电单元产生的电能无法满足电解装置电解水所需的电能,则可逆SOFC进入SOFC工作模式,利用燃料和空气发电,进而为电解装置提供电能,由此确保电解装置的持续电解制氢,从而有效解决因采用风能、太阳能发电而导致电解制氢的间歇性和波动性问题。并且,本实施例的装置通过利用风能和太阳能等可再生能源发电为制氢单元和可逆SOFC工作提供电能,风能和太阳能的结合使得本实施例的装置基本能够应对各种天气状况对发电单元产生的负面影响;即便在风能、太阳能不足的情况下本实施例还可通过可逆SOFC发电继续为制氢单元提供电能,一方面避免制氢单元消耗常规的电能,大幅降低了电解制氢的成本、提高了电解效率,使得本实施例的制氢效率可高达70%,另一方面还有助于延长电解装置的使用寿命、提高电解装置的稳定性和能量利用率。

[0053] 在本实施例中,所述控制单元9包括顺次连接的A/D转换器、变压器和控制器;所述控制器用于将所述发电单元产生的电能传输给所述电解装置3、所述可逆SOFC 8和/或电网、以及将所述可逆SOFC 8产生的电能传输给所述电解装置3和/或电网,从而使得本实施例的装置不仅能够储氢,还能实现并网运行,在用电高峰期时,发电单元可以将多余的电能提供给电网,同时可逆SOFC也可以利用其自身共电解所储存的化学能为千家万户输送电力,达到削峰填谷的目的。

[0054] 作为优选的实施方式,所述燃料进口与所述储氢罐4相连通,以利用制氢装置电解产生的氢气作为SOFC的燃料进行发电。进一步地,所述可逆SOFC 8还设置有阴极尾气出口,所述阴极尾气出口与阴极水回收装置10相连。

[0055] 作为可选择的实施方式,本实施例中的装置还包括与所述可逆SOFC 8的CO₂进口相连接的CO₂气罐11、分别与所述可逆SOFC 8的进水口和所述电解装置3的进水口相连接的蓄水罐13、水汽化器24、气体混合器25、以及与所述可逆SOFC 8的出气口相连接的混合气罐12;在本实施例中,蓄水罐13中的水经水汽化器24汽化后与来自CO₂气罐11中的CO₂气体在气体混合器25中充分混合,而后进入可逆SOFC 8中发生共电解,产生含H₂、CO、CH₄和C₂H₄的混合气体并储存于混合气罐12中,该混合气体既可以作为SOFC的燃料使用,也可经分离后分别得到纯净的H₂、CO、CH₄和C₂H₄气体。

[0056] 由于可逆SOFC 8在SOEC工作模式下的工作温度为800℃左右,在如此高温下共电解水和CO₂所产生的混合气体自身携带着大量的热量,并且,可逆SOFC 8在SOFC工作模式下产生的阴极尾气也具有一定的热量,因而作为优选的实施方式,本实施例所述的装置还设置有换热水箱,所述换热水箱包括水箱本体14和沿所述水箱本体14的外壁螺旋设置的第一换热管道15和第二换热管道16,其中,所述水箱本体14设置有入水口和出水口,所述入水口与所述蓄水罐13相连通,所述出水口分别与所述可逆SOFC 8的进水口和所述电解装置3的进水口相连接,所述第一换热管道15的两端分别与所述可逆SOFC 8的出气口和所述混合气罐12相连通,所述第二换热管道16的两端分别与所述阴极尾气出口与阴极水回收装置10相连通;从而能够利用混合气体和阴极尾气分别预热电解过程中所需的水源,从而有利于进一步降低制氢成本、提高系统效率,实现热电联供。

[0057] 为尽可能地获得纯净的燃料气体,本实施例所述的装置还包括冷凝回收装置17,其设置于所述水箱本体14与所述混合气罐12之间的第一换热管道15上,并与所述可逆SOFC 8的出气口和所述混合气罐12相连通,如此可以除去共电解所产生的混合气体中掺杂的水蒸汽。

[0058] 考虑到冷凝回收装置和阴极水回收装置中的水均较为纯净且具有一定的温度,因而本实施例所述的装置还进一步设置了第一电磁阀18和第二电磁阀19,以分别将所述冷凝回收装置17、所述阴极水回收装置10与所述水箱本体14相连。除此之外,本实施例所述的装置还包括设置在所述CO₂气罐11与所述可逆SOFC 8的CO₂进口之间的连接线路上的第三电磁阀20,设置在所述蓄水罐13与所述可逆SOFC 8的进水口之间的连接线路上的第四电磁阀21,设置在所述可逆SOFC 8的进氢口与所述储氢罐4之间的连接线路上的第五电磁阀22,以及设置在所述蓄水罐13与所述水箱本体14之间的连接线路上的第六电磁阀23,并通过所述控制器控制上述六个电磁阀的开/断,以实现CO₂气体、氢气、水蒸汽和水的自动化供应,从而也有利于提高本实施例所述装置的制氢储能效率。

[0059] 本实施例中的SOEC为氢电极支撑型或者电解质支撑型,电解质可以是YSZ、SDC、GDC、LSGM或复合电解质中的一种,氢电极材料为Ni-(YSZ、SDC、GDC)、LSCM或SFM,氧电极材料为BSCF、LSCF或SSC。

[0060] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本实用新型创造的保护范围之内。

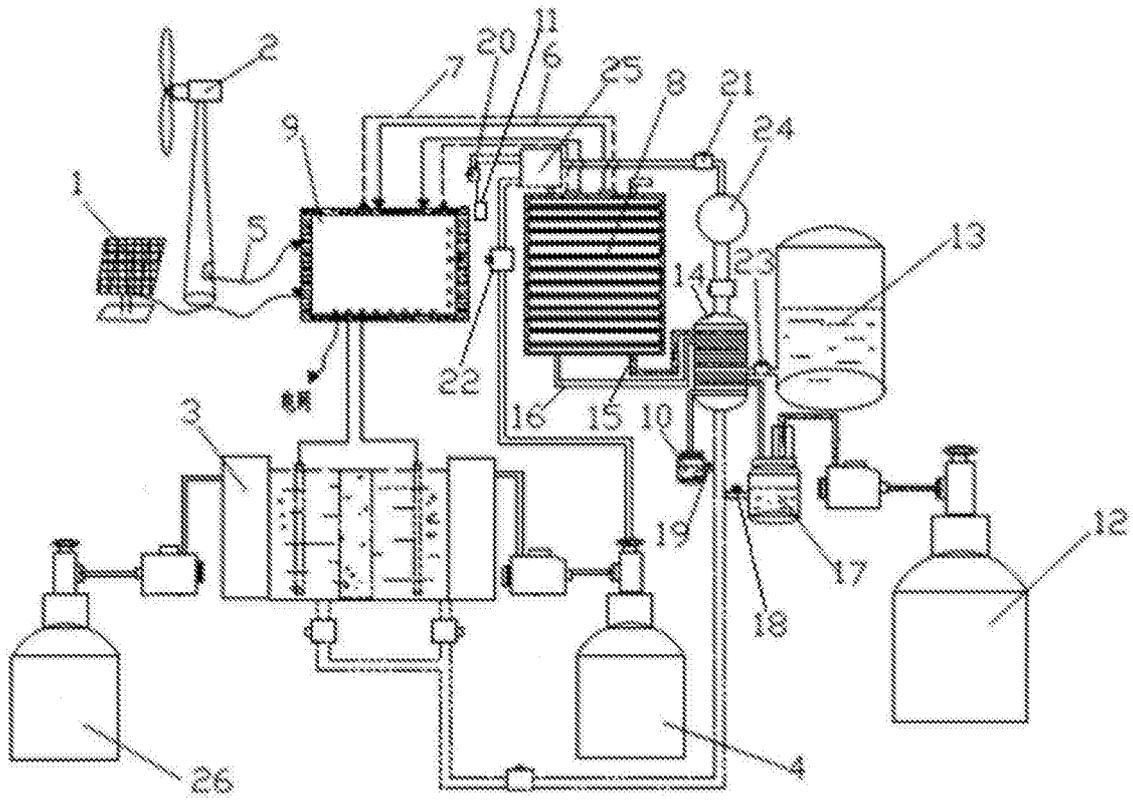


图1