



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107895997 B

(45) 授权公告日 2024. 02. 27

(21) 申请号 201711498094.X

H02J 1/10 (2006.01)

(22) 申请日 2017.12.29

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

EP 2348606 A2, 2011.07.27

申请公布号 CN 107895997 A

US 2009284020 A1, 2009.11.19

(43) 申请公布日 2018.04.10

US 2010060231 A1, 2010.03.11

(73) 专利权人 中国电子科技集团公司信息科学
研究院

US 2016094072 A1, 2016.03.31

地址 100000 北京市海淀区四道口北街36
号院4号楼

CN 104716835 A, 2015.06.17

CN 207947638 U, 2018.10.09

(72) 发明人 张斌 何志超 汪浩鹏 尹亚江
汪志强

CN 101127447 A, 2008.02.20

CN 101577435 A, 2009.11.11

(74) 专利代理机构 北京中知法苑知识产权代理
有限公司 11226

CN 106301072 A, 2017.01.04

CN 106549479 A, 2017.03.29

专利代理师 常玉明 张兰海

CN 202178594 U, 2012.03.28

CN 202488179 U, 2012.10.10

(51) Int. Cl.

CN 204068437 U, 2014.12.31

CN 205208689 U, 2016.05.04

H02J 7/35 (2006.01)

CN 103856149 A, 2014.06.11

H02J 7/34 (2006.01)

CN 106229532 A, 2016.12.14

H02S 10/10 (2014.01)

审查员 勾艳凤

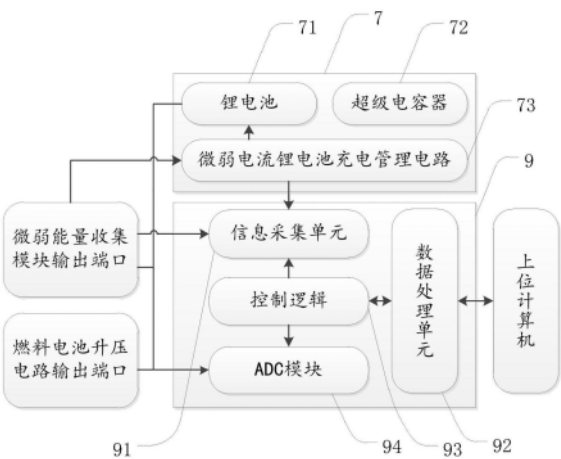
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种多能源复合供电的能源系统

(57) 摘要

本发明公开了一种多能源复合供电的能源系统,通过同时采用多种形式的能源,有针对性地利用这些能源的各自特点,弥补了单一能源寿命短、持续工作时间不长及受环境影响大的缺点,在利用锂电池、燃料电池供能的同时,能够收集环境中的振动能量及太阳能,在环境中存在明显机械振动或阳光充足时,实现能量的长时间稳定收集。



1. 一种多能源复合供电的能源系统,所述能源系统包括复合电源系统及电源管理系统;

所述的复合电源系统包括微弱电源模块、储能模块及燃料电池;微弱电源模块用于收集外界环境中的微弱能量并将其转化为电能,燃料电池将高储能化学燃料转化为电能,储能模块用于缓存微弱电源模块和燃料电池发出的电能并平滑复合电源系统的功率输出;

所述电源管理系统包括微弱电源管理模块、燃料电池升压模块及中央控制单元;所述微弱电源管理模块用于管理控制微弱电源模块的功率输出以提升能量转化效率,所述燃料电池升压模块用于提升燃料电池的输出电压,从而提升燃料电池能量转化效率,所述中央控制单元用于协调控制微弱电源管理模块和燃料电池升压模块,使得复合电源系统与外部负载能够实现功率平衡;

其中,所述微弱电源模块包括振动式能量收集器及太阳能电池;振动式能量收集器用于收集环境中的振动能量并将其转化为电能,太阳能电池用于收集环境中的光能并将其转化为电能;

所述微弱电源管理模块包括全桥整流电路、降压-升压Buck-Boost开关电源电路、线性稳压器电路以及比较器电路;全桥整流电路用于将振动式能量收集器输出的交流电整流成为系统所需的直流电,Buck-Boost开关电源电路用于调节储能模块的输出电压以实现微弱电源模块的稳定电平转换,线性稳压器电路用于平滑Buck-Boost开关电源电路的功率输出并提升电能质量,比较器电路用于产生Buck-Boost开关电源电路所需的驱动信号,实现储能模块输出电压的反馈控制;

所述的微弱电源管理模块还包括一个连接在输出端口的第一电子开关,用于控制微弱电源管理模块与外部负载之间的物理通断,避免电能倒灌导致能量损失;

所述的储能模块包括超级电容器和锂电池,所述超级电容器及所述的锂电池连接在所述的微弱电源管理模块;所述超级电容器用于实现储能模块的大功率、短时间能量缓存功能,所述锂电池用于实现储能模块的小功率、长时间能量缓存功能,二者相互配合实现能源系统不同功率需求下的能量缓存。

2. 根据权利要求1所述的能源系统,其特征在于,所述的燃料电池升压模块为升压Boost电路,该电路用于实现燃料电池直流输出的电压变换,提高能量变换效率。

3. 根据权利要求2所述的能源系统,其特征在于,所述的燃料电池升压模块还包括一个连接在输出端口的第二电子开关,用于控制燃料电池升压模块与外部负载之间的物理通断,避免电能倒灌损坏燃料电池装置。

4. 根据权利要求1至3任一项所述的能源系统,其特征在于,所述的锂电池输出端连接在第三电子开关的一端,第三电子开关的另一端连接充电管理芯片;第三电子开关用于控制锂电池与充电管理芯片之间的物理通断,避免锂电池通过充电管理芯片放电导致能量损失。

5. 根据权利要求1至3任一项所述的能源系统,其特征在于,所述的中央控制单元包括信息采集模块及逻辑控制模块,所述的信息采集模块连接在所述的复合电源系统、所述的微弱电源模块及所述的燃料电池升压模块两端;所述信息采集模块采集能源系统中除中央控制单元以外的复合电源系统及电源管理系统的各项参数及运行状态,用于作为逻辑控制的依据;所述逻辑控制模块基于信息采集模块获取到的系统信息对除中央控制单元以外

的复合电源系统及电源管理系统进行控制,确保能源系统能够稳定运行。

6.根据权利要求1至3任一项所述的能源系统,其特征在于,所述的燃料电池升压模块还包括一个连接在输出端口的第二电子开关;所述的锂电池输出端连接在第三电子开关的一端,第三电子开关的另一端连接充电管理芯片;所述第一电子开关、第二电子开关及第三电子开关的控制端均连接在中央控制单元,同时控制端配备有必备的限流及去耦电阻电容。

7.根据权利要求1至3任一项所述的能源系统,所述的中央控制单元是一个超低功耗单片机。

一种多能源复合供电的能源系统

技术领域

[0001] 本发明涉及复合能源技术,具体而言,是由振动能量收集器、太阳能电池、燃料电池、锂电池及超级电容器组成的复合电源的控制技术领域。

背景技术

[0002] 无论是在工业应用中,由大规模无线传感器节点组成的无线传感网络在监控和传感领域有着非常广泛的应用。传统无线传感器节点大多采用单一化学电源的方式驱动节点的控制器和传输器进行工作。普通的化学电池属于易耗品,其电量和放电时间均有限,而且由于自身存在漏电,其在长期工作条件下的稳定性与可靠性较低。

[0003] 无线传感网络的实际应用环境普遍存在太阳能及振动机械能。倘若能够在白天时收集太阳能,在夜间或弱光条件下收集振动能量,并将这两种能量积累储存,可以有效驱动传感节点的工作。

[0004] 现有的电子设备中通常采用太阳能电池作为单一形式的外部能源为设备提供电力供给,并使用唯一的锂电池作为储能单元。单一能源的能量供给虽然结构设计简便,但是在环境中,能量存在很多不确定性。单一能源的能量系统对环境的依赖性很大,如果工作环境发生了变化,能源的稳定性、适用性可能会大幅下降。在另一方面,使用传统的电池技术存在能量密度低、寿命有限的问题,针对大面积的无人值守传感器而言,更换电池是非常困难的。

[0005] 在这种大环境下,复合能源技术应运而生,目前常见的复合能源技术通常包括锂电池、燃料电池和超级电容模组。超级电容具有高功率密度的特点,可以满足舒适高功率的输出需求,适合于用作振动能、太阳能等微弱能源的储能单元,通过合理的控制电荷输出就可以实现微弱电源的能量输出。燃料电池的能量密度比高,寿命长,而且相比于锂电池充电,燃料电池补充燃料更为方便快捷,可以在很短的时间内实现能量的补充,适用于长时间、低功耗无人系统的应用。锂电池的充放电管理技术现阶段都已经非常成熟,并且锂电池的输出电流相比于燃料电池要高很多,因此采用锂电池作为复合能源系统的主要功能单元,可以驱动系统中的转换电路、控制电路及监控电路等。

[0006] 然而,在实际工作环境中,往往存在振动能及太阳能,其产生的能量往往是微弱的、持续的,而且振动能量收集器的特点是输出电压高、放电电流低,因此它们不适合直接接入负载中使用,会造成能量的浪费甚至造成负载电子系统的高压击穿。

[0007] 此外,对于多种能源的复合系统,不同能源的放电特性均有很大差异。锂电池可以长时间较大电流放电,但是寿命不长;燃料电池虽然弥补了锂电池的寿命、能量密度比问题,但是其不适用于瞬时高电流放电;而超级电容器的漏电流跟大,如果不对超级电容器和锂电池之间的电荷流动加以控制,很容易造成电池的大电流过放电,导致电池损坏,甚至出现安全隐患。

发明内容

[0008] 为了解决单一能源供电受环境局限性大、寿命低及需要较为频繁地维护问题,本发明提出了一种由燃料电池、锂电池、超级电容器、振动能量收集器及太阳能电池组成的能源系统。燃料电池弥补锂电池不能长期续航的问题;利用锂电池的充放电特性实现系统富裕能量的储存;超级电容器将能量收集器、太阳能电池的持续电荷输出储存,在合适的控制下释放。

[0009] 方案如下:

[0010] 一种多能源复合供电的能源系统,所述能源系统包括复合电源系统及电源管理系统;

[0011] 所述的复合电源系统包括微弱电源模块、储能模块及燃料电池;微弱电源模块用于收集外界环境中的微弱能量并将其转化为电能,燃料电池将高储能化学燃料转化为电能,储能模块用于缓存微弱电源模块和燃料电池发出的电能并平滑复合电源系统的功率输出;

[0012] 所述电源管理系统包括微弱电源管理模块、燃料电池升压模块及中央控制单元;所述微弱电源管理模块用于管理控制微弱电源模块的功率输出以提升能量转化效率,所述燃料电池升压模块用于提升燃料电池的输出电压,从而提升燃料电池能量转化效率,所述中央控制单元用于协调控制微弱电源管理模块和燃料电池升压模块,使得复合电源系统与外部负载能够实现功率平衡;

[0013] 其中,所述微弱电源模块包括振动式能量收集器及太阳能电池;振动式能量收集器用于收集环境中的振动能量并将其转化为电能,太阳能电池用于收集环境中的光能并将其转化为电能。

[0014] 进一步地,所述微弱电源管理模块包括全桥整流电路、降压-升压Buck-Boost开关电源电路、线性稳压器电路以及比较器电路;全桥整流电路用于将振动式能量收集器输出的交流电整流成为系统所需的直流电,Buck-Boost开关电源电路用于调节储能模块的输出电压以实现微弱电源模块的稳定电平转换,线性稳压器电路用于平滑Buck-Boost开关电源电路的功率输出并提升电能质量。

[0015] 进一步地,所述的微弱电源管理模块还包括一个连接在输出端口的第一电子开关,用于控制微弱电源管理模块与外部负载之间的物理通断,避免电能倒灌导致能量损失。

[0016] 进一步地,所述的燃料电池升压模块为升压Boost电路,该电路用于实现燃料电池直流输出的电压变换,提高能量变换效率。

[0017] 进一步地,所述的燃料电池升压模块还包括一个连接在输出端口的第二电子开关,用于控制燃料电池升压模块与外部负载之间的物理通断,避免电能倒灌损坏燃料电池装置。

[0018] 进一步地,所述的储能模块包括超级电容器和锂电池,所述超级电容器及所述的锂电池连接在所述的微弱电源管理模块;所述超级电容器用于实现储能模块的大功率、短时间能量缓存功能,所述锂电池用于实现储能模块的小功率、长时间能量缓存功能,二者相互配合实现能源系统不同功率需求下的能量缓存。

[0019] 进一步地,所述的锂电池输出端连接在第三电子开关的一端,第三电子开关的另一端连接充电管理芯片;第三电子开关用于控制锂电池与充电管理芯片之间的物理通断,

避免锂电池通过充电管理芯片放电导致能量损失。

[0020] 进一步地,所述的中央控制单元包括信息采集模块及逻辑控制模块,所述的信息采集模块连接在所述的复合电源系统、所述的微弱电源模块及所述的燃料电池升压模块两端;所述信息采集模块采集能源系统中除中央控制单元以外的复合电源系统及电源管理系统的各项参数及运行状态,用于作为逻辑控制的基本依据;所述逻辑控制模块基于信息采集模块获取到的系统信息对除中央控制单元以外的复合电源系统及电源管理系统进行控制,确保能源系统能够稳定运行。

[0021] 进一步地,所述微弱电源管理模块包括一个连接在输出端口的第一电子开关;所述的燃料电池升压模块还包括一个连接在输出端口的第二电子开关;所述的锂电池输出端连接在第三电子开关的一端,第三电子开关的另一端连接充电管理芯片;所述第一电子开关、第二电子开关及第三电子开关的控制端均连接在中央控制单元,同时控制端配备有必备的限流及去耦电阻电容。

[0022] 进一步地,所述的中央控制单元是一个超低功耗单片机。

[0023] 本发明提供的技术方案带来的有益效果是:

[0024] 本发明公开的多能源复合供电的能源系统,通过同时采用多种形式的能源,有针对性地利用这些能源的各自特点,弥补了单一能源寿命短、持续工作时间不长及受环境影响大的缺点。

[0025] 能源系统中的微弱电源系统能够收集环境中的振动能量及太阳能,在环境中存在明显机械振动或阳光充足时,能够实现能量的长时间稳定收集。

[0026] 能源系统通过其中央控制单元,在运行的过程中实时采集微弱电源系统及燃料电池系统的输出电压及电流状态,通过处理分析当前供电的能源系统是否能够满足当前负载的功率需求,如果微弱能源系统能够满足需求,则优先选用微弱能源系统对外供电,否则切换燃料电池对外供电;如果功率均无法满足需求,系统会发出报警并且切断对完供电的第一/第二电子开关。

[0027] 能源系统采用燃料电池对外供电时,如果环境中存在一定的光线或者振动能时,微弱能量系统仍然能够启动,此时微弱能源系统则收集环境中的能量,通过微弱电流锂电池充电控制电路,对系统中的锂电池进行充电。通过微弱能量管理电路中的全桥整流电路,可以将高电压输出的振动能量收集器及太阳能电池产生的能量可靠、安全地储存在超级电容器模组,通过控制逻辑电路将储存的电荷输出至Buck-Boost稳压电路,可以实现振动能量收集器及太阳能电池的稳定电平转换,为常用的电子设备、器件供能。

附图说明

[0028] 附图,其被包括以提供本发明的进一步理解而且被并入并构成本说明书的一部分,所述附图示出本发明的实施例并且连同说明书用来解释本发明的原理,在附图中:

[0029] 图1是本发明的复合电源系统的整体示意图;

[0030] 图2是中央控制单元和储能单元的结构示意图;

[0031] 图3是微弱电源管理模块的结构示意图。

具体实施方式

[0032] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明,应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0033] 现在将详细参考本发明的实施例,这些实施例的示例在附图中示出。元件的后缀“模块”和“单元”在此用于方便描述,并且因此可以可交换地被使用,而且没有任何可区别的意义或功能。

[0034] 虽然构成本发明的实施例的所有元件或单元被描述为结合到单个元件中或被操作为单个元件或单元,但是本发明不一定局限于此种实施例。根据实施例,在本发明的目的和范围内所有的元件可以选择性地结合到一个或多个元件并且被操作为一个或多个元件。

[0035] 本发明公开的多能源复合供电的能源系统包括复合电源系统及电源管理系统;

[0036] 图1给出了本发明一个实施例中的复合电源系统的整体示意图;如图所示,复合电源系统包括微弱电源模块、燃料电池8及用于能量储存、缓冲的储能模块7,微弱电源模块包括振动能量收集器1、太阳能电池2。

[0037] 其中,微弱电源模块用于收集外界环境中的微弱能量并将其转化为电能,燃料电池8将高储能化学燃料转化为电能,储能模块7用于缓存微弱电源模块和燃料电池发出的电能并平滑复合电源系统的功率输出;振动式能量收集器1用于收集环境中的振动能量并将其转化为电能,太阳能电池2用于收集环境中的光能并将其转化为电能。

[0038] 图2给出了本发明一个实施例中的,电源管理系统和储能单元的结构示意图;

[0039] 如图所示,所述的储能模块7包括锂电池71、超级电容器模组72及微弱电流锂电池充电电路73。锂电池71的充电输入端连接在微弱电流锂电池充电电路73的充电输出端。

[0040] 其中,所述锂电池71用于实现储能模块的小功率、长时间能量缓存功能,超级电容器72用于实现储能模块的大功率、短时间能量缓存功能,二者相互配合实现储能模块7不同功率需求下的能量缓存。锂电池充电电路73用于实现对锂电池的充电管理,避免电池滥用造成安全隐患,锂电池输出端连接在第三电子开关的一端,第三电子开关的另一端连接充电管理芯片;第三电子开关用于控制锂电池与充电管理芯片之间的物理通断,避免锂电池通过充电管理芯片放电导致能量损失。

[0041] 电源管理系统包括微弱电源管理模块、燃料电池升压模块及中央控制单元9;所述微弱电源管理模块用于管理控制微弱电源模块的功率输出以提升能量转化效率,所述燃料电池升压模块用于提升燃料电池的输出电压,从而提升燃料电池能量转化效率,所述中央控制单元用于协调控制微弱电源管理模块和燃料电池升压模块,使得复合电源系统与外部负载能够实现功率平衡。

[0042] 微弱电源管理模块包括全桥整流电路、降压-升压Buck-Boost开关电源电路、线性稳压器电路以及比较器电路;全桥整流电路用于将振动式能量收集器输出的交流电整流成为系统所需的直流电,Buck-Boost开关电源电路用于调节储能模块的输出电压以实现微弱电源模块的稳定电平转换,线性稳压器电路用于平滑Buck-Boost开关电源电路的功率输出并提升电能质量,比较器电路用于产生Buck-Boost开关电源电路所需的驱动信号,实现储能模块输出电压的反馈控制,另外,还包括一个连接在输出端口的第一电子开关,用于控制微弱电源管理模块与外部负载之间的物理通断,避免电能倒灌导致能量损失。

[0043] 其中,燃料电池升压模块可以为升压Boost电路,该电路用于实现燃料电池直流输出的电压变换,提高能量变换效率,所述的燃料电池升压模块还包括一个连接在输出端口的第二电子开关,用于控制燃料电池升压模块与外部负载之间的物理通断,避免电能倒灌损坏燃料电池装置。

[0044] 中央控制单元9为一超低功耗单片机,在一个发明实施例中,中央控制单元9包括信息采集模块91、数据处理单元92、逻辑控制模块93及多通道ADC模块94。微弱电源模块3的输出端连接在信息采集模块91和ADC模块94通道1输入端,锂电池71的输出端连接在ADC模块94通道2输入端。信息采集单元91、ADC模块94及数据处理单元92的控制端连接在逻辑控制模块93。

[0045] 其中,信息采集模块91采集能源系统中除中央控制单元以外的复合电源系统及电源管理系统的各项参数及运行状态,用于作为逻辑控制的基本依据;所述逻辑控制模块基于信息采集模块获取到的系统信息对除中央控制单元以外的复合电源系统及电源管理系统进行控制,确保能源系统能够稳定运行。

[0046] 图3给出了本发明一个实施例中的微弱电源模块的结构示意图。

[0047] 微弱电源模块具有连个输出端,一个是经由低压差线性稳压器34(LDO)输出的电源输出端,另一个是运行监控模块35中指示系统运行状态的逻辑输出端。逻辑输出端输出分为三个电子信号,分别为能量满足输出信号PGOOD、LDO输出良好信号PGLDO及系统工作信号EHON。三个电子信号可以指示微弱电源模块3的当前运行状态,输出电平为TTL电平,适配中央控制单元9的逻辑电平输入。中央控制单元9包括多通道ADC模块94。ADC模块具备8个采样通道可以在一次采样周期内完成八个通道的电平-数字转换。锂电池的电平输出端、微弱电源模块的LDO输出端及燃料电池BOOST升压电路的输出端均连接在ADC模块94的三个采样通道上。中央控制单元9通过采集复合能源系统运行时输入的信号,分析当前系统的运行状态,根据系统的电源输出情况及能量收集情况决定那一部分能源作为输出能源,还能够决定是否可以对锂电池91进行充电。

[0048] 本发明实例中的振动式能量收集器2的谐振频率通过表面的质量块调节,针对不同的应用场景,选择与环境中频率特性最为匹配的谐振频率。当振动频率达到谐振时,能量收集器2能够输出较大的功率。振动式能量收集器2输出交流电平,典型特点是高电压、低电流,不适合直接接入负载设备中使用。因此,利用微弱电源模块中的全桥整流电路将交流电转化为直流电平。当超级电容器32中的电荷储存到一定的数量时,Buck-Boost根据当前的电压状态决定升压或者降压,将超级电容器中的电荷通过一定的开关频率转换为设定的直流电平。为了保证输出的稳定性,电平最后经过低压差线性稳压器34将电压稳定在3.3V或5V输出到外部负载4。

[0049] 当复合能源系统工作时,系统会判断当前的负载需求条件,当控制逻辑处理的结果决定微弱能源模块输出的功率无法满足当前需求时,中央控制单元9选择燃料电池模块8对外供电,启动燃料电池BOOST升压电路将输出电压稳定在外部电子负载的需求值,并且打开第二电子开关10。本发明中均设定为5V或3.3V。如果此时微弱电源模块仍然有振动能或太阳能输入,并且输入功率达到预设值以上,中央控制单元9向微弱电流锂电池充电管理电路发出充电使能信号,并且打开第三电子开关6,微弱电源模块3输出电荷,开始缓慢为锂电池71充电。微弱电流锂电池充电管理电路73在充电的过程中会采集、比较锂电池71的电压

状态,如果达到了充电阈值电压则开始充电;当充电到锂电池71的饱和电压,则自动切断充电支路,防止锂电池71的过充电。

[0050] 当环境中存在明显频率匹配的振动或阳光充足时,微弱电源模块就可以启动供电,并且向中央控制单元发出能量足够输出的信号。中央控制单元会敏感地捕获触发信号,并且分析当前负载的工作状态。如果负载的功率需求小于300mW时,中央控制单元即打开第一电子开关5,尝试用微弱的可再生环境能量为负载供电。实际应用中,负载的工作功率需求往往是动态的,如果在工作的过程中出现需求功率增加,超过振动能量收集器1或太阳能电池2的最大输出功率时,锂电池会部分介入系统的对外输出,弥补功率的不足。当功率继续增大,此时整体的微弱电源模块3会出现输出功率不足以支持外部负载的稳定工作。电路为了维持输出电流,会出现输出电位下降的情况。中央控制单元会实时监控微弱电源模块的输出电平,当输出电平下降至设定输出电压的95%时,则会判断当前输出能力不满足当前负载需求,此时中央控制单元9会切断第一电子开关5,并且立刻开启第二电子开关10,即启动燃料电池供电。

[0051] 尽管已经示出并描述了本发明实施例的特殊实施例,然而在不背离本发明实施例的示例性实施例及其更宽广方面的前提下,本领域技术人员显然可以基于此处的教学做出变化和修改。因此,所附的权利要求意在将所有这类不背离本发明实施例的示例性实施例的真实精神和范围的变化和更改包含在其范围之内。

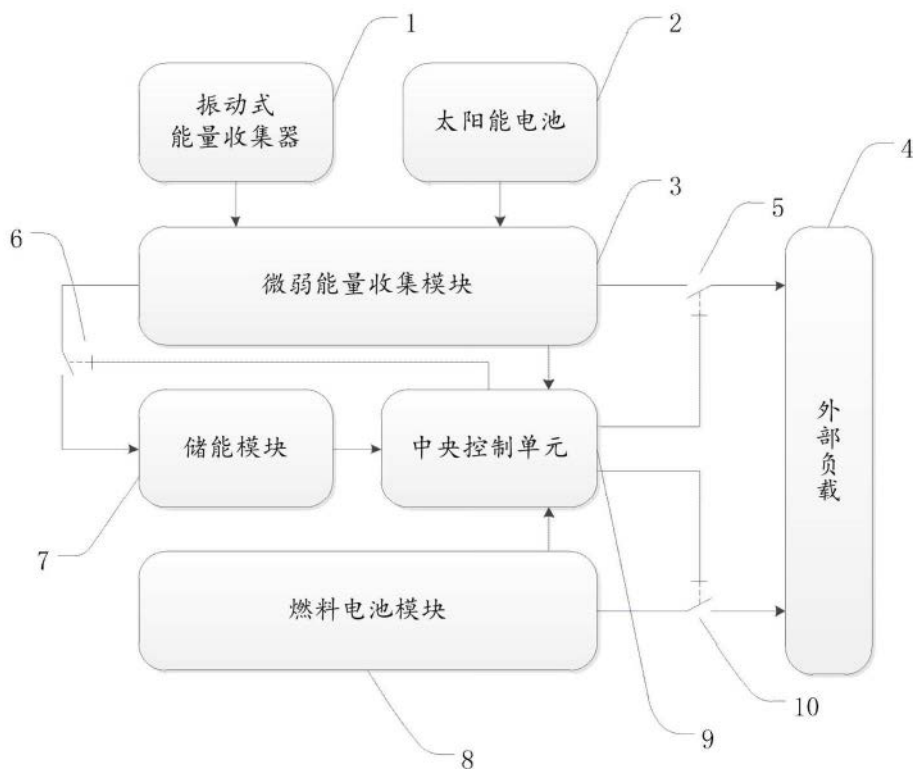


图1

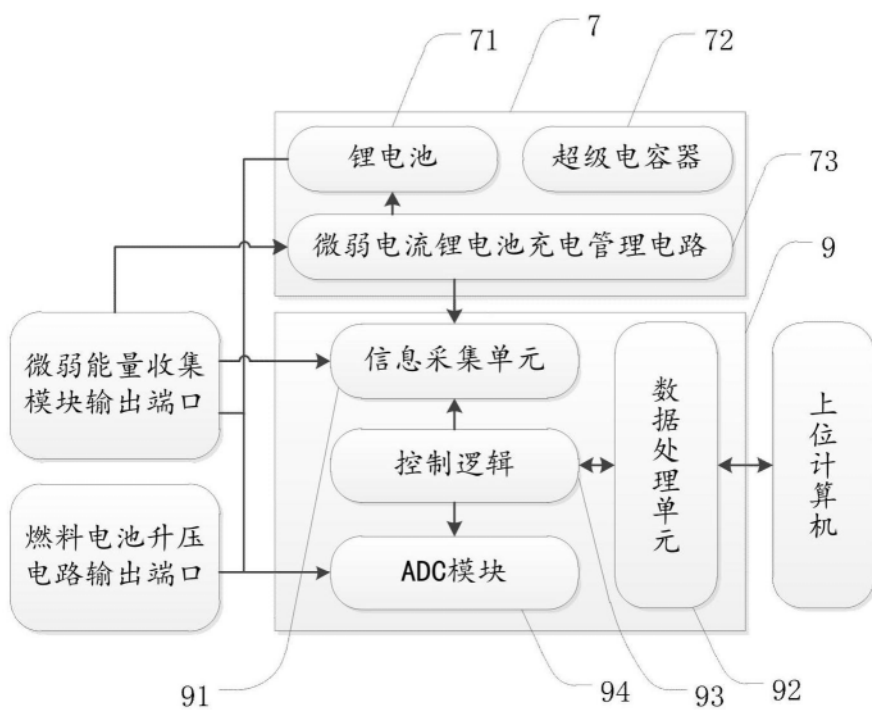


图2

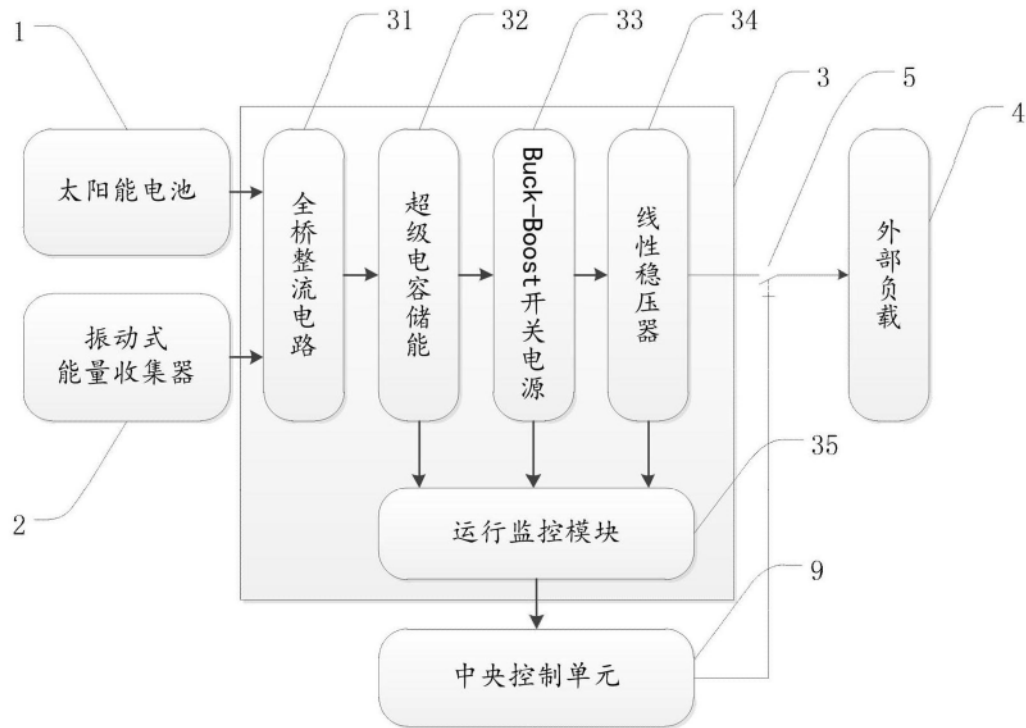


图3