



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101783616 A

(43) 申请公布日 2010.07.21

(21) 申请号 201010028909.X

E01C 9/00(2006.01)

(22) 申请日 2010.01.04

F21S 9/02(2006.01)

(71) 申请人 武汉理工大学

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路  
122 号

(72) 发明人 林伟 陈文 孙华君 周静  
吴少鹏 卿辉 李哲 陈军 唐宁

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限  
公司 42102

代理人 张安国

(51) Int. Cl.

H02N 2/18(2006.01)

H02J 7/02(2006.01)

E01C 7/00(2006.01)

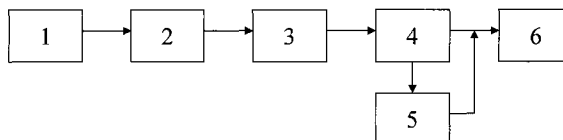
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集  
与照明装置

(57) 摘要

本发明公开了一种用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置。将压电自发电单元铺设于沥青混凝土路面下,利用车辆振动或挤压能量产生电能,提供给能量存储装置存储和利用,最后经电源管理系统,提供给道路照明装置作为工作能源。该装置包括:压电自发电单元(1)、能量采集装置(2)、DC-DC 变换装置(3)、能量存储装置(4)、电源监测与管理系统(5)和道路照明装置(6),并且上述的单元、装置和系统依次导线相连,能量存储装置由电源监测与管理系统实时监控,根据监测的能量存储装置工作状态进行调节,从而提供合适的电压与电流给道路照明装置。本发明不仅可以有效解决城乡公路灯具供电不便的难题,而且既节能,又环保。



1. 一种用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置,其特征在于,该装置主要由压电自发电单元(1)、能量采集装置(2)、DC-DC变换装置(3)、能量存储装置(4)、电源监测与管理系统(5)和道路照明装置(6)组成,并且所述的单元、装置和系统依次导线相连;压电自发电单元(1)通过车辆振动或压挤压电陶瓷产生电能,通过导线将电能引出给压电自发电能量采集装置(2)进行电量收集,再经DC-DC变换装置(3)的输出提供给能量存储装置(4)足够的充电电压和电流,由电源监测与管理系统(5)实时监控,根据监测的能量存储装置工作状态进行调节,提供合适的电压与电流给道路照明装置(6)。

2. 根据权利要求1所述的用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置,其特征是压电自发电单元(1)由叠堆式结构的压电陶瓷片组成,以高性能压电陶瓷材料通过金属导电材料进行串并联组合,其串并联的数量由电压和电流的大小决定,按照独立单元模块的形式,被置于沥青混凝土路面下。

3. 根据权利要求1所述的用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置,其特征是能量采集装置(2)包括桥式整流电路(7)、电容滤波能量存储电路(8)和稳压二极管(9);通过压电自发电单元(1)转化的电能,为毫安级的交流电流,经过能量采集装置(2)中的桥式整流电路(7)整流、电容滤波能量存储电路(8)滤波能量存储,最后经稳压二极管(9)限幅,得到直流的供电电压,提供给DC-DC变换装置(3)。

4. 根据权利要求3所述的用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置,其特征是桥式整流电路(7)用到的整流二极管主要选用正向压降电压较小的二极管。

5. 根据权利要求3所述的用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置,其特征是电容滤波能量存储电路(8)用到的电容主要选用钽电容AVX100uF/16V,型号为D型。

6. 根据权利要求3所述的用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置,其特征是稳压二极管(9)根据DC-DC变换装置(3)所需输入电压选用相应的稳压二极管,型号为IN47系列。

7. 根据权利要求1所述的用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置,其特征是DC/DC转换器(3)输入为经电容滤波电路(8)滤波,再经稳压二极管(9)限幅后得到直流的供电电压,DC/DC变换装置(3)的输出给能量存储装置(4),DC-DC变换装置主要用于调整和转换压电装置产生的电能,并将电能提供给能量存储装置(4)。

8. 根据权利要求1所述的用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置,其特征是能量存储装置(4)采用可充电镍氢电池或和锂离子电池。

9. 根据权利要求1所述的用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置,其特征是电源监测与管理系统(5),由低功耗微处理器和含电压、电流检测单元模块电路共同构成的装置组成,对能量存储装置(4)工作状态实时监控并进行调节。

10. 根据权利要求9所述的用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置,其特征是所述的电源监测与管理系统(5)根据监测的电源模块工作状态进行调节,调节控制开关,从而提供合适的电压与电流给道路照明装置(6)。

11. 根据权利要求1所述的用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置,其特征是照明装置(6)是可充电电池组供电的LED节能型照明装置。

## 用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及了一种用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置,通过将压电自发电单元铺设于沥青混凝土路面下或直接用压电材料作为路面组成部分,利用车辆振动或压挤能量产生电能。

### 背景技术

[0002] 目前,一方面煤炭、石油等传统能源在不断匮乏,另一方面随着能源价格的不断上涨,电能十分宝贵。而通常公路使用的路灯,信号灯以及其他照明灯具采用交流电网供电。由于电网采用中低压为主,对于长距离低压电网而言电力损耗惊人。

[0003] 潜在可用的环境能源有:太阳能、风能等。丰富的太阳能是取之不尽、无污染、廉价、人类能够自由利用的能源。但目前存在所需光照要求复杂、占地面积大、光电转化率低、光伏发电成本高的不足。至于风能发电,风能发电优势突出,风能资源量大质优,但不稳定性大,连续性、可靠性差;且时空分布不均。压电自发电相对传统电能生产模式有相当明显的优势。首先它是真正的可再生性清洁能源,具有完全无污染的生产方式,确保了它在国家法律法规上的重要地位。其次压电自发电产生能量的获取不受地域的限制,凡是有车轮驶过的地方,即将压电自发电单元铺设于公路混凝土路面下或直接用压电材料作为路面组成部分,就可以产生清洁的电能;最后由于电能的产生是相对小范围的,所以电能利用的时候可以不受输电网络的影响。特别适合于交通信号灯、路灯等公共用电设施的使用。

[0004] 当汽车在公路上行驶时,会挤压压电自发电单元,使其产生少量电量。除了用在公路上,也可用于铁路以及机场自动人行道的类似系统,在实践中具有重要应用价值。

[0005] 压电陶瓷作为压电发电装置的机械-电能换能元件,是压电发电装置的核心元件,极化后的压电陶瓷对外呈压电性,压电发电装置利用压电陶瓷的正压电效应产生电压和电荷,它的性能直接影响着压电发电装置的性能优劣。由于压电发电装置相对于其他发电装置,具有结构简单、不发热、无电磁干扰等优点,使其成为自供能系统研究领域中的焦点,在实际应用中有广阔的发展前途。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的通过将压电自发电单元铺设于公路混凝土路面下或直接用压电材料作为路面组成部分,利用车辆振动或压挤能量产生电能,给公路上所使用的路灯,信号灯以及其他照明装置提供电能。

[0007] 本发明的用于沥青混凝土路面的压电自发电能量采集与照明装置(参见附图1-7),由压电自发电单元1、能量采集装置2、DC-DC变换装置3、能量存储装置4、电源监测与管理系系统5以及道路照明装置6组成,并且所述的单元、装置和系统依次导线相连;在外部车辆振动或压挤下产生的机械能通过压电自发电单元1转化为交流电能,再经过能量采集装置2进行电量收集,经过整流、滤波能量存储和限幅后,得到直流的供电电压,提供给DC-DC变换装置3;经DC-DC变换装置3的输出提供给能量存储装置4足够的充电电压和电

流,由电源监测与管理系统 5 实时监控,根据监测的能量存储装置工作状态进行调节,从而提供合适的电压与电流给道路照明装置 6。

[0008] 其中压电自发电单元 1 由叠堆式结构的压电陶瓷片组成,以高性能压电陶瓷材料通过金属导电材料进行串并联组合,其串并联的数量由电压和电流的大小决定,按照独立单元模块的形式,被置于沥青混凝土路面下。

[0009] 压电自发电单元 1 转化的电能,再经过能量采集装置 2 收集电量,即经过桥式整流电路 7 整流、电容滤波能量存储电路 8 滤波能量存储,最后经稳压二极管 9 限幅后,得到直流的供电电压,提供给 DC-DC 变换装置 3。

[0010] DC/DC 变换装置 3 将得到直流的供电电压经 DC-DC 变换装置 3 后输出给能量存储装置 4 如可充电电池等,其充电电压和电流由电源监测与管理系统 5 实时监控,根据监测的电源模块工作参数,调节控制开关,使可充电电池能提供合适的电压与电流给道路照明装置 6。

[0011] 本发明中,所述用于公路的压电自发电能量采集与照明装置的压电自发电单元 1,其材料为钙钛矿 (Perovskite) 结构的锆钛酸铅 (Lead Zirconate-titanate ;PZT)。可根据压电自发电单元 1 发电能力的强弱,选择压电自发电单元 1 内压电陶瓷片的数量和串并联连接方式,使能量采集装置 2 的输出电流、电压与 DC/DC 变换装置 3 的输入电流、电压相匹配。

[0012] 本发明中,考虑到压电自发电单元 1 发出的是毫安级的交流电流,所述用于公路的压电自发电能量采集装置 2 中桥式整流电路 7 用到的整流二极管采用正向压降电压较小的二极管,型号为 1N57 系列;电容滤波能量存储电路 8 用到的钽电容 AVX100uF/16V,型号为 D 型;其限幅用稳压二极管电路用到的稳压二极管型号为 1N47 系列。该型号稳压二极管功率为 1W,当工作电压远小于稳定电压值时,该稳压二极管不起作用;只有大于稳定电压值时,才起到保护 DC-DC 变换装置 3 的作用,防止因 DC-DC 变换装置 3 输入电压过高而损坏 DC-DC 变换器。DC-DC 变换装置 3 中 DC-DC 变换的选型是根据能量存储装置 4 的电压和电流的需要进行选择。

[0013] 本发明中,能量存储装置 4 采用可充电电池如镍氢电池和锂离子电池等。电源监测与管理系统 5,由低功耗微处理器和含电压、电流检测单元模块电路共同构成的装置组成,对能量存储装置 4 的工作参数进行监测,调节控制开关,使可充电电池能提供合适的电压与电流给道路照明装置 6。

[0014] 本发明中,道路照明装置 6 是直流电压供电的 LED 节能灯,它由能量存储装置 4 根据 LED 节能灯正常工作所需电压、电流的大小经过适当的联结后提供给道路照明装置 6。

## 附图说明

[0015] 图 1 是用于公路的压电自发电能量采集与照明装置的实物模拟图。

[0016] 图 2 是用于公路的压电自发电能量采集与照明装置的结构框图。

[0017] 图 3 是用于公路的压电自发电能量采集装置的原理图。

[0018] 图 4 是用于公路的压电自发电能量采集装置电路原理图。

[0019] 图 5 是用于公路的压电自发电能量对镍氢电池充电的电路原理图。

[0020] 图 6 是用于公路的压电自发电能量对锂离子电池充电的电路原理图。

[0021] 图 7 是用于公路的压电自发电能量电源监测与管理系统的单元原理图。

### 具体实施方式

[0022] 用于公路的压电自发电能量采集与照明装置的实物模拟图如图 1 所示。图 1 中：1 是压电自发电单元，2 是能量采集装置，3 是 DC-DC 变换装置，4 是能量存储装置，5 是电源监测与管理系统的，6 是道路照明装置。

[0023] 用于公路的压电自发电能量采集与照明装置的具体实施方式如图 2-图 7 所示。如图 2 所示，压电自发电单元 1 的工作方式是通过车辆振动或压挤压电陶瓷，利用压电陶瓷的正压电效应，产生电能，通过导线将电能引出给压电自发电能量采集装置 2 进行电量收集，再经 DC-DC 变换装置 3 的输出提供给能量存储装置 4 足够的充电电压和电流，由电源监测与管理系统的 5 实时监控，根据监测的能量存储装置工作状态进行调节，提供合适的电压与电流给道路照明装置 6。如图 3 所示，该实施方式中的压电自发电能量采集装置 2 包括桥式整流电路 7、电容滤波能量存储电路 8 和，稳压二极管限幅 9。如图 4 所示中，整流二极管要求其正向导通压降尽可能小，因此在本专利中二极管采用型号为 1N5711。1N5711 二极管的最大反向电压  $V_{RM} = 60V$ ，小电流时正向导通压降  $V_F = 0.41V$ ，最大整流电流  $I_F = 15mA$ ，反向电流  $I_R = 200nA$ ，反向恢复时间  $t_{rr} = 1.0ns$ ，结电容  $C_D = 2.0pF$ 。由于钽电容具有体积小、使用湿度范围宽、寿命长、绝缘电阻高、漏电流小、阻抗频率特性好、可靠性高等优点；本专利中采用钽电解电容 AVX100uF/16V，型号为 D 型。压电自发电能量采集装置 2 的工作方式是压电自发电单元 1 转化的交流电能，经过桥式整流电路 7 整流、电容滤波能量存储电路 8 滤波，最后经稳压二极管 9 限幅，稳压二极管型号为 1N4735，该稳压二极管具有 6.2V 的稳压效果，但工作电压远小于 6.2V 时，该稳压二极管不起作用；只有大于 6.2V 时，才起到保护 DC-DC 变换装置 3 的作用。DC/DC 变换装置 3 的工作方式是采用降压型 DC-DC 变换器，能量采集装置 2 的输出的直流电压通过 DC-DC 变换装置 3 的 DC-DC 变换器的  $V_{in}$  端口，DC-DC 变换器选择依据是根据能量存储装置 4 即可充电电池如镍氢电池和锂离子电池等的所需充电电压、电流大小进行适当选取。实施时，如图 5 所示，如果能量存储装置 4 选用镍氢电池组，则 DC-DC 变换器的输出电压要求是 5.2V 左右，最大不超过 6V。图 5 中 DC-DC 转换器选用了 MAXIM 公司的 MAX1896 芯片，其输入电压范围是 2.6V-5.5V，输出最大可调电压为 13V。如果能量存储装置 4 选用锂离子电池，前述压电自发电能量采集装置 2 经 DC-DC 变换装置 3 变换后，还需通过由锂离子电池充电专用芯片 LTC1733 构成的模块电路，对锂离子电池充电，输出电压要求是 4.1V，如图 6 所示中，LTC1733 的输入电压范围是 4.5V-6.5V，输出电压是 4.1V 或 4.2V 可调，专用来给锂离子电池充电。

[0024] 同时，由低功耗微处理器和含电压、电流传感器检测模块电路共同构成的装置组成的电源监测与管理系统的 5，对电源模块工作状态实时监控并通过控制相应的开关进行调节，用于公路的压电自发电能量电源监测与管理系统的单元原理图如图 7 所示。

[0025] 具体实施时，采用的是超低功耗的 MSP430F14X 系列，MSP430F14x 单片机具有极低的功耗、强大的处理能力、丰富的片上外围模块，方便高效的开发方式。本发明主要采用的 MSP430F14x 单片机，是 F14x 系列中功能最强大的一款。它具有一个硬件乘法器、6 个 I/O 端口（每个有 8 个 I/O 口）、1 个精确的模拟比较器、2 个具有捕捉 / 比较寄存器的定时器、8 路 12 位 A/D 转换器、片内看门狗定时器、2 个串行通信接口和 60KB 的 FlashROM，2KB RAM。

F14x 还具有强大的扩展功能,其具有 48 个 I/O 引脚,每个 I/O 口分别对应输入、输出、功能选择、中断等多个寄存器,使得功能口和通用 I/O 口可以复用,大大增强了端口功能和灵活性,提高了对外围设备的开发能力。

[0026] 低功耗微处理器采集的信号有电压信号和电流信号,对锂离子电池还需采集温度信号,电压的测量采用电阻分压取样测量电压,通过测量分压电阻的电压值来测量电池组端电压,电阻分压比 1 : 7,电阻精度 : $\pm 0.5\%$ ;其中分压电阻的电压值采样通过微处理器内部 ADC 完成。电流的测量采用精密电流采样电阻测量电流。在电池的负极串联一个 20 毫欧精密电阻,通过测量这个电阻的电压降来测量工作电流,电阻精度为 0.5%;精密电阻两端电压的测量也是通过微处理器内部的 ADC 采样完成。温度的测量采用负温度系数的热敏电阻测量温度,通过测量热敏电阻的阻值来测量电池温度,热敏电阻阻值精度为 1%;热敏电阻应紧贴电池表面。也可以采用专用的电池工作状态芯片来完成电池工作状态监测与管理。

[0027] 照明装置主要选用直流电压供电的 LED 节能灯,规格种类较多,可以根据能量存储装置种类进行选择,比如能量存储装置是镍氢电池,可选择镍氢电池组对 6V 或 12V 等多种规格 LED 节能灯供电,如果能量存储装置是锂离子电池,可对 3.7V 左右规格的 LED 节能灯进行供电等。

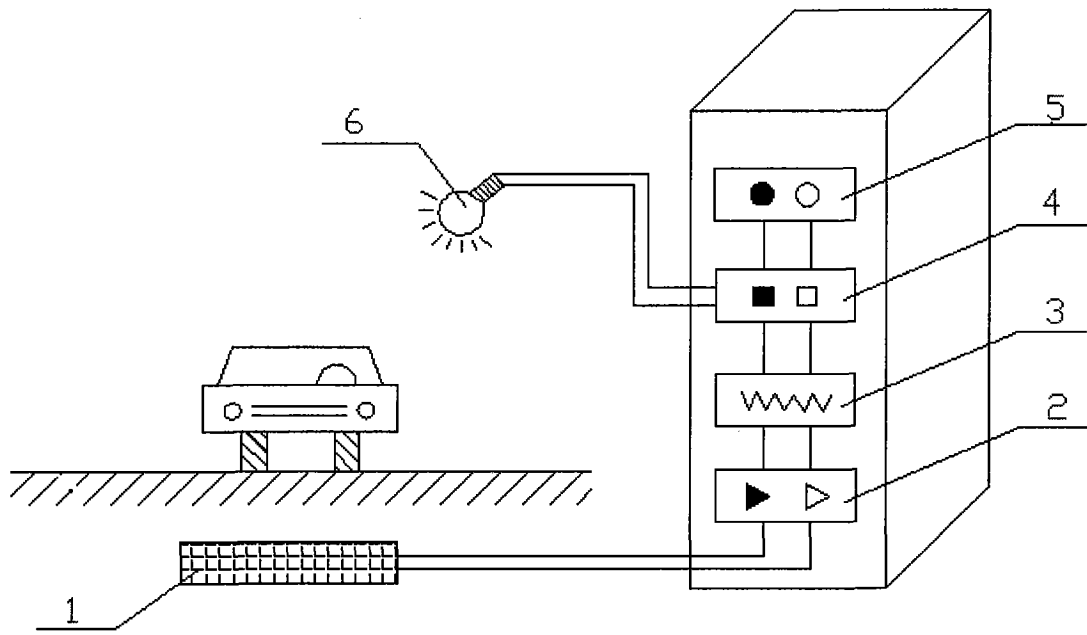


图 1

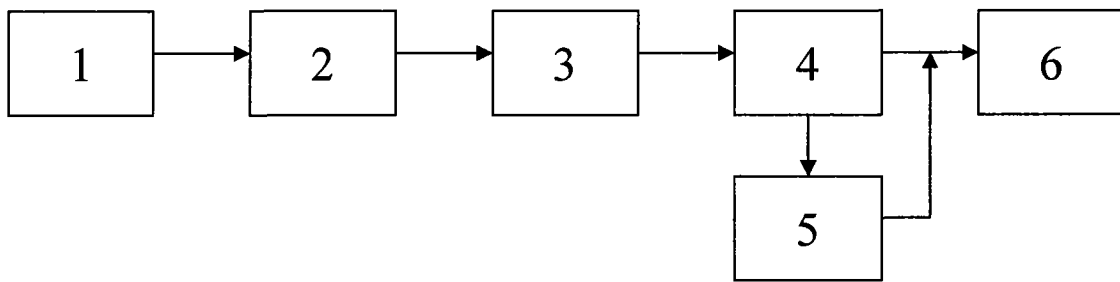


图 2

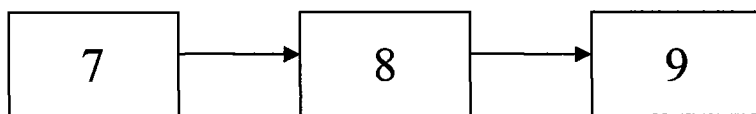


图 3

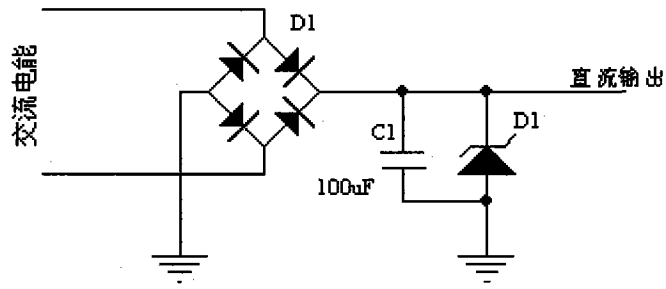


图 4

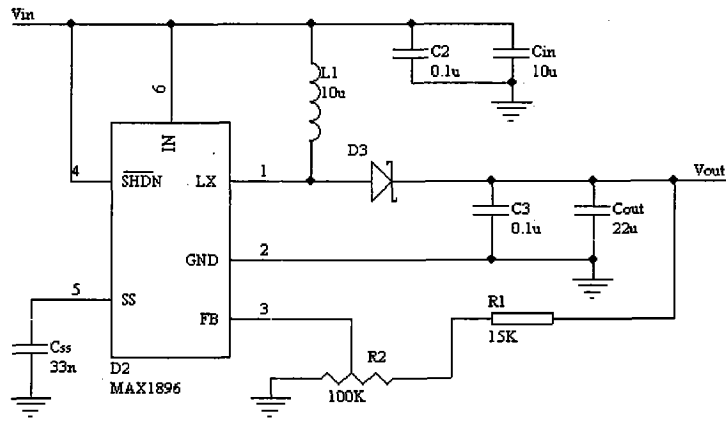


图 5

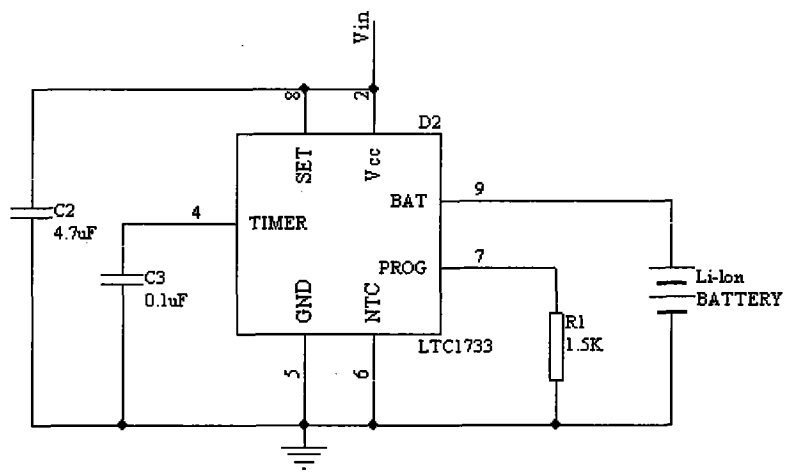


图 6



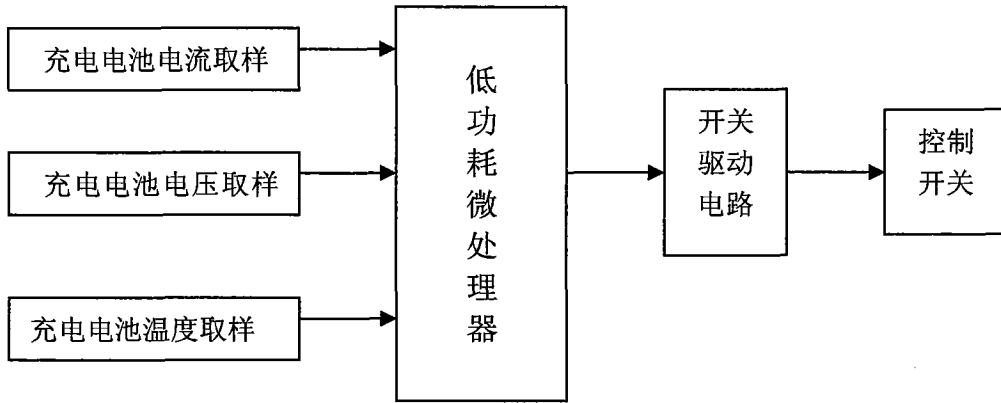


图 7