



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108680793 A

(43)申请公布日 2018.10.19

(21)申请号 201810753423.9

(22)申请日 2018.07.10

(71)申请人 天津职业技术师范大学

地址 300000 天津市津南区大沽南路1310号

(72)发明人 徐征 李小鹏 张志雄 王旭龙

(74)专利代理机构 天津创智天诚知识产权代理
事务所(普通合伙) 12214

代理人 王海滨 田阳

(51) Int. Cl.

G01R 27/02(2006.01)

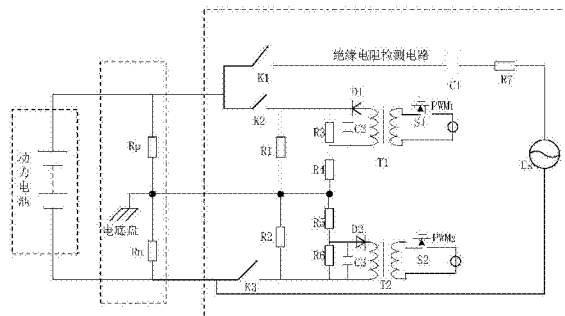
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种纯电动汽车绝缘电阻检测电路及其检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种纯电动汽车绝缘电阻检测电路及其检测方法,其包括与动力电池正负极连接的交流注入电路和直流注入电路;交流注入电路包括隔离电容C1、采样电阻R7、继电器K1和交流信号源US;所述直流注入电路包括采样电阻R1、采样电阻R2、采样电阻R4、采样电阻R5、正极对电底盘隔离变压器T1、负极对电底盘隔离变压器T2、继电器K2、继电器K3;本发明的纯电动汽车绝缘电阻检测电路,实现了电动汽车正负极母线对电底盘绝缘电阻的实时检测,实现了即使在动力电池不对外输出电压状态下对系统进行绝缘电阻检测,实现了在不减低系统绝缘效果的情况下进行检测且提高了检测精度。



1. 一种纯电动汽车绝缘电阻检测电路,其特征在于:包括与动力电池正负极连接的交流注入电路和直流注入电路;

所述交流注入电路包括隔离电容C1、采样电阻R7、继电器K1和交流信号源US,动力电池的正极输出端依次连接继电器K1的常开触点、隔离电容C1、采样电阻R7、交流源US、动力电池的负极输出端,构成回路;

所述直流注入电路包括采样电阻R1、采样电阻R2、采样电阻R4、采样电阻R5、正极对电底盘隔离变压器T1、负极对电底盘隔离变压器T2、继电器K2、继电器K3,采样电阻R1的一端通过继电器K2的常开触点连接动力电池的正极输出端,采样电阻R1的另一端连接至电底盘;采样电阻R2的一端通过继电器K3的常开触点连接动力电池的负极输出端,采样电阻R2的另一端连接至电底盘;所述正极对电底盘隔离变压器T1的源边通过晶体管S1与直流电压源连接,正极对电底盘隔离变压器T1的副边设置整流二极管D1、滤波电容C2和电阻R3,微处理器的PWM信号输出端连接晶体管S1;负极对电底盘隔离变压器T2的源边通过晶体管S2与直流电压源连接,负极对电底盘隔离变压器T2的副边设置整流二极管D2、滤波电容C3和电阻R6,微处理器的另一PWM信号输出端连接晶体管S2;正极对电底盘隔离变压器T1的副边一端通过继电器K2连接动力电池的正极输出端,正极对电底盘隔离变压器T1的副边另一端通过采样电阻R4连接到电底盘;负极对电底盘隔离变压器T2的副边一端通过继电器K3连接动力电池的负极输出端,负极对电底盘隔离变压器T2的副边另一端通过采样电阻R5连接到电底盘。

2. 根据权利要求1所述的一种纯电动汽车绝缘电阻检测电路,其特征在于:所述采样电阻R1、采样电阻R2、采样电阻R4、采样电阻R5、采样电阻R7分别通过采样电路和AD转换模块连接微控制器,实现微控制器读取各采样电阻的电压值。

3. 根据权利要求1所述的一种纯电动汽车绝缘电阻检测电路,其特征在于:微控制器通过驱动电路连接继电器K1、继电器K2、继电器K3,实现对各继电器的控制。

4. 如权利要求1所述的纯电动汽车绝缘电阻检测电路的检测方法,其特征在于:包括如下步骤:

步骤1,微控制器发出控制信号控制继电器K2、继电器K3闭合,并将微控制器采集采样电阻R1和R2上的电压 U_{R1} 、 U_{R2} ;

步骤2,步骤1结束之后,微控制器根据采样所得的电压计算动力电池的输出电压 U_0 , $U_0 = U_{R1} + U_{R2}$;

步骤3,根据步骤2计算所得 U_0 ,判断动力电池输出输出电压是否为0,如果为0则执行步骤7,如果不为0,则执行步骤4;

步骤4,系统进入绝缘电阻实时检测状态,微控制发出控制信号使得继电器K1闭合,K2和K3断开,低频低压交流注入电路接入动力电池正负极母线,微控制器采集采样电阻R7上的电压 U_7 ,微控制器根据R7电压值 U_7 计算动力电池正负极母线对电底盘绝缘电阻的并联值 R_{pn} ;

$$R_{pn} = \sqrt{\left(\frac{U_s R_7}{U_7}\right)^2 - \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} - R_7$$

步骤5,根据步骤4计算的绝缘电阻并联值 R_{pn} 判断其是否小于设定的阈值,如果不小于

设定阈值,则返回执行步骤3,如果小于设定阈值,则认为绝缘电阻故障,执行步骤6;

步骤6,步骤6是在系统发生绝缘故障状态下进行,其中隔离变压器T1、T2不工作,微控制器发出控制信号使继电器K1、K3断开,K2闭合,采集采样电阻R1的电压 U_{11} ,然后微控制器发出控制信号使继电器K1、K2断开,K3闭合,采集采样电阻R2的电压 U_{22} ,微控制器根据采集的采样电压计算动力电池正极母线对电底盘绝缘电阻 R_p 和动力电池负极母线对电底盘绝缘电阻 R_n 的值;

$$R_p = \frac{U_0 R_1 R_2 (U_0 - U_{11} - U_{22})}{U_{22} (R_1 U_0 - R_1 U_{11} + R_2 U_{11})} \quad R_n = \frac{U_0 R_1 R_2 (U_0 - U_{11} - U_{22})}{U_{11} (R_2 U_0 - R_2 U_{22} + R_1 U_{22})}$$

步骤7,步骤7是在动力电池不对外输出电压状态下进行,微控制器发出控制信号使继电器K1和K3断开,K2闭合,同时使正端的隔离变压器T1工作,采集采样电阻R1和R4的电压 U_1 、 U_4 ,然后微控制器发出控制信号使继电器K1和K2断开,K3闭合,同时使负端的隔离变压器工作,采集采样电阻R2和R5的电压 U_2 、 U_5 ,微控制器根据采集的采样电压计算动力电池正极母线对电底盘绝缘电阻 R_p 和动力电池负极母线对电底盘绝缘电阻 R_n 的值;

$$R_p = \frac{U_1 R_4 R_1}{U_4 R_1 - U_1 R_4} \quad R_n = \frac{U_2 R_5 R_2}{U_5 R_2 - U_2 R_5}$$

步骤8,步骤6或步骤7完成之后,执行步骤8,微控制器发出控制信号是继电器K1、K2和K3处于断开状态。

一种纯电动汽车绝缘电阻检测电路及其检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于电路技术领域,具体涉及一种纯电动汽车绝缘电阻检测电路及其检测方法。

背景技术

[0002] 随着我国对新能源汽车的推广,纯电动汽车的应用也越来越广泛。由于纯电动汽车的工作电压一般在300V以上,远远高于人体的安全电压,一旦发生漏电事故,将会危害驾乘人员的生命安全。绝缘电阻检测能够实时检测系统的绝缘状况,对防止人员触电具有重要意义。

[0003] 现有的绝缘电阻检测方法主要有外接电阻切换法、平衡电桥法、低频低压注入法等。外接电阻切换法检测电路结构较简单,能够检测绝缘电阻值,但是外加电阻会降低系统的绝缘效果,而且不能实现系统的绝缘电阻实时监测。平衡电桥法也能检测绝缘电阻值,但因为同时并联电阻,会减低系统的绝缘效果,而且也不能够实时监测系统的绝缘电阻。低频低压注入法虽然能够检测出系统的绝缘电阻值,检测精度也高,但是当动力电池出现开路的情况下,这种检测方法无法实现系统的绝缘电阻检测。外接电阻切换法和平衡电桥法同样在动力电池不对外输出电压(开路)情况下,也无法实现系统的绝缘电阻检测。

[0004] 因此,如何实现电动汽车正负极母线对电底盘绝缘电阻的实时检测、如何实现即使在动力电池不对外输出电压(开路)状态下对系统进行绝缘电阻检测、如何实现在不降低系统绝缘效果的情况下进行检测且提高检测精度,成为了本领域研究的重点和热点。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种纯电动汽车绝缘电阻检测电路及其检测方法。其实现了电动汽车正负极母线对电底盘绝缘电阻的实时检测,实现了即使在动力电池不对外输出电压(开路)状态下对系统进行绝缘电阻检测,实现了在不减低系统绝缘效果的情况下进行检测且提高了检测精度。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0007] 一种纯电动汽车绝缘电阻检测电路,包括与动力电池正负极连接的交流注入电路和直流注入电路;

[0008] 所述交流注入电路包括隔离电容C1、采样电阻R7、继电器K1和交流信号源US,动力电池的正极输出端依次连接继电器K1的常开触点、隔离电容C1、采样电阻R7、交流源US、动力电池的负极输出端,构成回路;

[0009] 所述直流注入电路包括采样电阻R1、采样电阻R2、采样电阻R4、采样电阻R5、正极对电底盘隔离变压器T1、负极对电底盘隔离变压器T2、继电器K2、继电器K3,采样电阻R1的一端通过继电器K2的常开触点连接动力电池的正极输出端,采样电阻R1的另一端连接至电底盘;采样电阻R2的一端通过继电器K3的常开触点连接动力电池的负极输出端,采样电阻R2的另一端连接至电底盘;所述正极对电底盘隔离变压器T1的源边通过晶体管S1与直流电

压源连接,正极对电底盘隔离变压器T1的副边设置整流二极管D1、滤波电容C2和电阻R3,微控制器的PWM信号输出端连接晶体管S1;负极对电底盘隔离变压器T2的源边通过晶体管S2与直流电压源连接,负极对电底盘隔离变压器T2的副边设置整流二极管D2、滤波电容C3和电阻R6,微控制器的另一PWM信号输出端连接晶体管S2;正极对电底盘隔离变压器T1的副边一端通过继电器K2连接动力电池的正极输出端,正极对电底盘隔离变压器T1的副边另一端通过采样电阻R4连接到电底盘;负极对电底盘隔离变压器T2的副边一端通过继电器K3连接动力电池的负极输出端,负极对电底盘隔离变压器T2的副边另一端通过采样电阻R5连接到电底盘。

[0010] 在上述技术方案中,所述采样电阻R1、采样电阻R2、采样电阻R4、采样电阻R5、采样电阻R7分别通过采样电路和AD转换模块连接微控制器,实现微控制器读取各采样电阻的电压值。

[0011] 在上述技术方案中,微控制器通过驱动电路连接继电器K1、继电器K2、继电器K3,实现对各继电器的控制。

[0012] 所述纯电动汽车绝缘电阻检测电路的检测方法包括如下步骤:

[0013] 步骤1,在执行步骤1之前,所有的继电器状态如图1所示。微控制器发出控制信号控制继电器K2、继电器K3闭合,并将微控制器采集采样电阻R1和R2上的电压 U_{R1} 、 U_{R2} ;

[0014] 步骤2,步骤1结束之后,微控制器根据采样所得的电压计算动力电池的输出电压 U_0 , $U_0 = U_{R1} + U_{R2}$;

[0015] 步骤3,根据步骤2计算所得 U_0 ,判断动力电池输出输出电压是否为0,如果为0则执行步骤7,如果不为0,则执行步骤4;

[0016] 步骤4,系统进入绝缘电阻实时检测状态,微控制发出控制信号使得继电器K1闭合,K2和K3断开,低频低压交流注入电路接入动力电池正负极母线,微控制器采集采样电阻R7上的电压 U_7 ,微控制器根据R7电压值 U_7 计算动力电池正负极母线对电底盘绝缘电阻的并联值 R_{pn} ;

$$[0017] \quad R_{pn} = \sqrt{\left(\frac{U_s R_7}{U_7}\right)^2 - \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} - R_7$$

[0018] 步骤5,根据步骤4计算的绝缘电阻并联值 R_{pn} 判断其是否小于设定的阈值,如果不小于设定阈值,则返回执行步骤3,如果小于设定阈值,则认为绝缘电阻故障,执行步骤6;

[0019] 步骤6,步骤6是在系统发生绝缘故障状态下进行,其中隔离变压器T1、T2不工作。微控制器发出控制信号使继电器K1、K3断开,K2闭合,采集采样电阻R1的电压 U_{11} ,然后微控制器发出控制信号使继电器K1、K2断开,K3闭合,采集采样电阻R2的电压 U_{22} ,微控制器根据采集的采样电压计算动力电池正极母线对电底盘绝缘电阻 R_p 和动力电池负极母线对电底盘绝缘电阻 R_n 的值;

$$[0020] \quad R_p = \frac{U_0 R_1 R_2 (U_0 - U_{11} - U_{22})}{U_{22} (R_1 U_0 - R_1 U_{11} + R_2 U_{11})} \quad R_n = \frac{U_0 R_1 R_2 (U_0 - U_{11} - U_{22})}{U_{11} (R_2 U_0 - R_2 U_{22} + R_1 U_{22})}$$

[0021] 步骤7,步骤7是在动力电池不对外输出电压(开路)状态下进行,微控制器发出控制信号使继电器K1和K3断开,K2闭合,同时使正端的隔离变压器T1工作,采集采样电阻R1和R4的电压 U_1 、 U_4 ,然后微控制器发出控制信号使继电器K1和K2断开,K3闭合,同时使负端的隔

离变压器工作,采集采样电阻R2和R5的电压 U_2 、 U_5 ,微控制器根据采集的采样电压计算动力电池正极母线对电底盘绝缘电阻 R_p 和动力电池负极母线对电底盘绝缘电阻 R_n 的值;

$$[0022] \quad R_p = \frac{U_1 R_3 R_1}{U_4 R_1 - U_1 R_4} \quad R_n = \frac{U_2 R_3 R_2}{U_5 R_2 - U_2 R_5}$$

[0023] 步骤8,步骤6或步骤7完成之后,执行步骤8,微控制器发出控制信号是继电器K1、K2和K3处于断开状态。

[0024] 本发明的优点和有益效果为:

[0025] 本发明的纯电动汽车绝缘电阻检测电路,实现了电动汽车正负极母线对电底盘绝缘电阻的实时检测,实现了即使在动力电池不对外输出电压(开路)状态下对系统进行绝缘电阻检测,实现了在不减低系统绝缘效果的情况下进行检测且提高了检测精度。

附图说明

[0026] 图1是本发明检测电路原理图。

[0027] 图2是本发明控制流程图。

[0028] 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,可以根据以上附图获得其他的相关附图。

具体实施方式

[0029] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面结合具体实施例进一步说明本发明的技术方案。

[0030] 参见附图1,一种纯电动汽车绝缘电阻检测电路,包括与动力电池正负极连接的交流注入电路和直流注入电路。

[0031] 所述交流注入电路包括隔离电容C1、采样电阻R7、继电器K1和交流信号源US,动力电池的正极输出端依次连接继电器K1的常开触点、隔离电容C1、采样电阻R7、交流源US、动力电池的负极输出端,构成回路。其工作原理阐述如下:

[0032] 通过微控制器使继电器K1的常开触点闭合,交流注入电路接入动力电池正负极母线,微控制器通过采集采样电阻R7上所承担的电压和已知隔离电容C1的阻抗(阻抗为 $X_c = 1/\omega C$),可以计算出正负母线对电底盘绝缘电阻的并联值 R_{pn} 。 R_{pn} 为动力电池正负极母线对电底盘的绝缘电阻的并联值,所以 R_{pn} 小于动力电池正极对电底盘的绝缘电阻值 R_p 和动力电池负极对电底盘的绝缘电阻值 R_n ,当 R_{pn} 的值小于设定阈值时,认为绝缘电阻故障。

[0033] 所述直流注入电路包括采样电阻R1、采样电阻R2、采样电阻R4、采样电阻R5、正极对电底盘隔离变压器T1、负极对电底盘隔离变压器T2、继电器K2、继电器K3,采样电阻R1的一端通过继电器K2的常开触点连接动力电池的正极输出端,采样电阻R1的另一端连接至电底盘;采样电阻R2的一端通过继电器K3的常开触点连接动力电池的负极输出端,采样电阻R2的另一端连接至电底盘;所述正极对电底盘隔离变压器T1的源边通过晶体管S1与直流电压源(12V)连接,正极对电底盘隔离变压器T1的副边设置整流二极管D1、滤波电容C2和电阻R3,微控制器的PWM信号输出端连接晶体管S1,微控制器通过发出PWM信号控制晶体管S1,使变压器T1源边形成脉冲电流,然后会在变压器T1副边产生高压信号,通过阻容滤波和整流产生高压直流信号;同理,负极对电底盘隔离变压器T2的源边通过晶体管S2与直流电压源

(12V)连接,负极对电底盘隔离变压器T2的副边设置整流二极管D2、滤波电容C3和电阻R6,微控制器的另一PWM信号输出端连接晶体管S2,微控制器通过发出PWM信号控制晶体管S2,使变压器T2源边形成脉冲电流,然后会在变压器T2副边产生高压信号,通过阻容滤波和整流产生高压直流信号;正极对电底盘隔离变压器T1的副边一端通过继电器K2连接动力电池的正极输出端,正极对电底盘隔离变压器T1的副边另一端通过采样电阻R4连接到电底盘。同理,负极对电底盘隔离变压器T2的副边一端通过继电器K3连接动力电池的负极输出端,负极对电底盘隔离变压器T2的副边另一端通过采样电阻R5连接到电底盘。其工作原理阐述如下:

[0034] 直流注入电路在两种状态下接入动力电池正负极母线,一种是绝缘故障但动力电池未开路状态,另一种是动力电池不对外输出电压(开路)状态下。当绝缘故障时,将交流注入电路上的继电器K1断开,直流注入电路上的继电器K2、继电器K3依次闭合,但隔离变压器T1、T2不工作,微控制器通过采集采样电阻R1和R2上的电压计算出系统绝缘故障状态下动力电池正负极母线对电底盘绝缘电阻 R_p 和 R_n 的值。当动力电池不对外输出电压(开路)时,将交流注入电路上的继电器K1断开,直流注入电路上的继电器K2闭合、K3断开,正极对电底盘隔离变压器T1工作,负极对电底盘隔离变压器T2不工作,微控制器根据采样电阻 R_1 、 R_4 的采样电压计算出 R_p ,然后将K2断开、K3闭合,负极对电底盘隔离变压器T2工作,正极对电底盘隔离变压器T1不工作,微控制器根据采样电阻 R_2 、 R_5 的采样电压计算出 R_n 。

[0035] 进一步的,所述采样电阻R1、采样电阻R2、采样电阻R4、采样电阻R5、采样电阻R7分别通过采样电路和AD转换模块连接微控制器,实现微控制器读取各采样电阻的电压值。

[0036] 进一步的,微控制器通过驱动电路连接继电器K1、继电器K2、继电器K3,实现对各继电器的控制。

[0037] 参见附图2,所述纯电动汽车绝缘电阻检测电路的检测方法包括如下步骤:

[0038] 步骤1,在执行步骤1之前,所有的继电器状态如图1所示。微控制器发出控制信号控制继电器K2、继电器K3闭合,并将微控制器采集采样电阻R1和R2上的电压 U_{R1} 、 U_{R2} ;

[0039] 步骤2,步骤1结束之后,微控制器根据采样所得的电压计算动力电池的输出电压 U_0 , $U_0 = U_{R1} + U_{R2}$;

[0040] 步骤3,根据步骤2计算所得 U_0 ,判断动力电池出输出电压是否为0,如果为0则执行步骤7,如果不为0,则执行步骤4;

[0041] 步骤4,系统进入绝缘电阻实时检测状态,微控制发出控制信号使得继电器K1闭合,K2和K3断开,低频低压交流注入电路接入动力电池正负极母线,微控制器采集采样电阻R7上的电压 U_7 ,微控制器根据R7电压值 U_7 计算动力电池正负极母线对电底盘绝缘电阻的并联值 R_{pn} ;

$$[0042] \quad R_{pn} = \sqrt{\left(\frac{U_s R_7}{U_7}\right)^2 - \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} - R_7$$

[0043] 步骤5,根据步骤4计算的绝缘电阻并联值 R_{pn} 判断其是否小于设定的阈值,如果不小于设定阈值,则返回执行步骤3,如果小于设定阈值,则认为绝缘电阻故障,执行步骤6;

[0044] 步骤6,步骤6是在系统发生绝缘故障状态下进行,其中隔离变压器T1、T2不工作。微控制器发出控制信号使继电器K1、K3断开,K2闭合,采集采样电阻R1的电压 U_{11} ,然后微控

制器发出控制信号使继电器K1、K2断开，K3闭合，采集采样电阻R2的电压 U_{22} ，微控制器根据采集的采样电压计算动力电池正极母线对电底盘绝缘电阻 R_p 和动力电池负极母线对电底盘绝缘电阻 R_n 的值；

$$[0045] \quad R_p = \frac{U_0 R_1 R_2 (U_0 - U_{11} - U_{22})}{U_{22} (R_1 U_0 - R_1 U_{11} + R_2 U_{11})} \quad R_n = \frac{U_0 R_1 R_2 (U_0 - U_{11} - U_{22})}{U_{11} (R_2 U_0 - R_2 U_{22} + R_1 U_{22})}$$

[0046] 步骤7，步骤7是在动力电池不对外输出电压（开路）状态下进行，微控制器发出控制信号使继电器K1和K3断开，K2闭合，同时使正端的隔离变压器T1工作，采集采样电阻R1和R4的电压 U_1 、 U_4 ，然后微控制器发出控制信号使继电器K1和K2断开，K3闭合，同时使负端的隔离变压器工作，采集采样电阻R2和R5的电压 U_2 、 U_5 ，微控制器根据采集的采样电压计算动力电池正极母线对电底盘绝缘电阻 R_p 和动力电池负极母线对电底盘绝缘电阻 R_n 的值；

$$[0047] \quad R_p = \frac{U_1 R_4 R_1}{U_4 R_1 - U_1 R_4} \quad R_n = \frac{U_2 R_5 R_2}{U_5 R_2 - U_2 R_5}$$

[0048] 步骤8，步骤6或步骤7完成之后，执行步骤8，微控制器发出控制信号是继电器K1、K2和K3处于断开状态。

[0049] 以上对本发明做了示例性的描述，应该说明的是，在不脱离本发明的核心的情况下，任何简单的变形、修改或者其他本领域技术人员能够不花费创造性劳动的等同替换均落入本发明的保护范围。

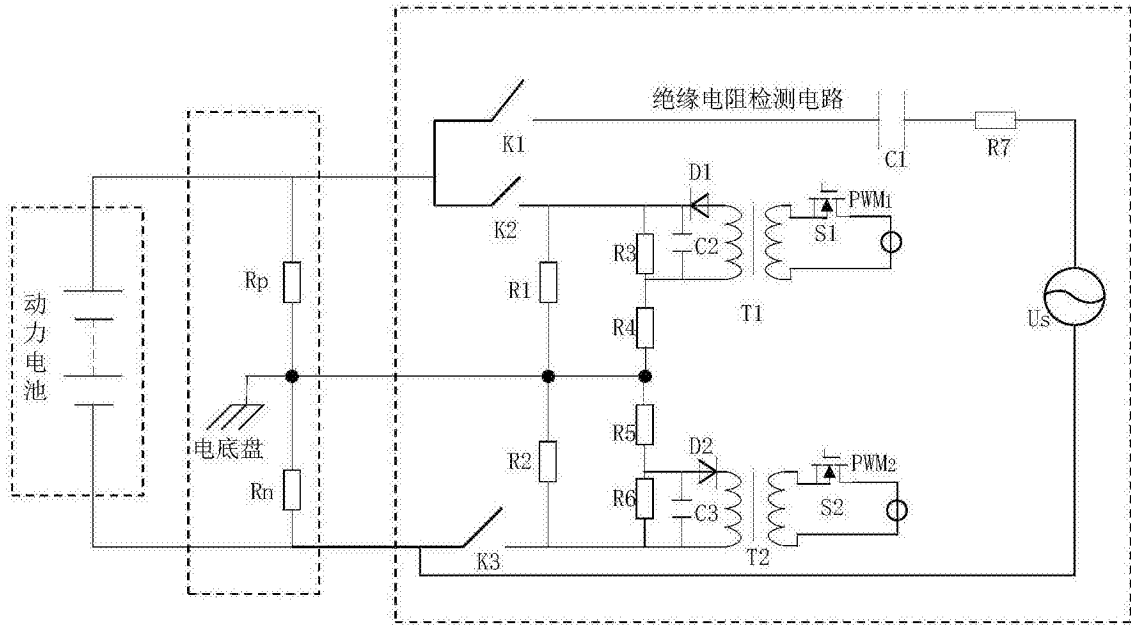


图1

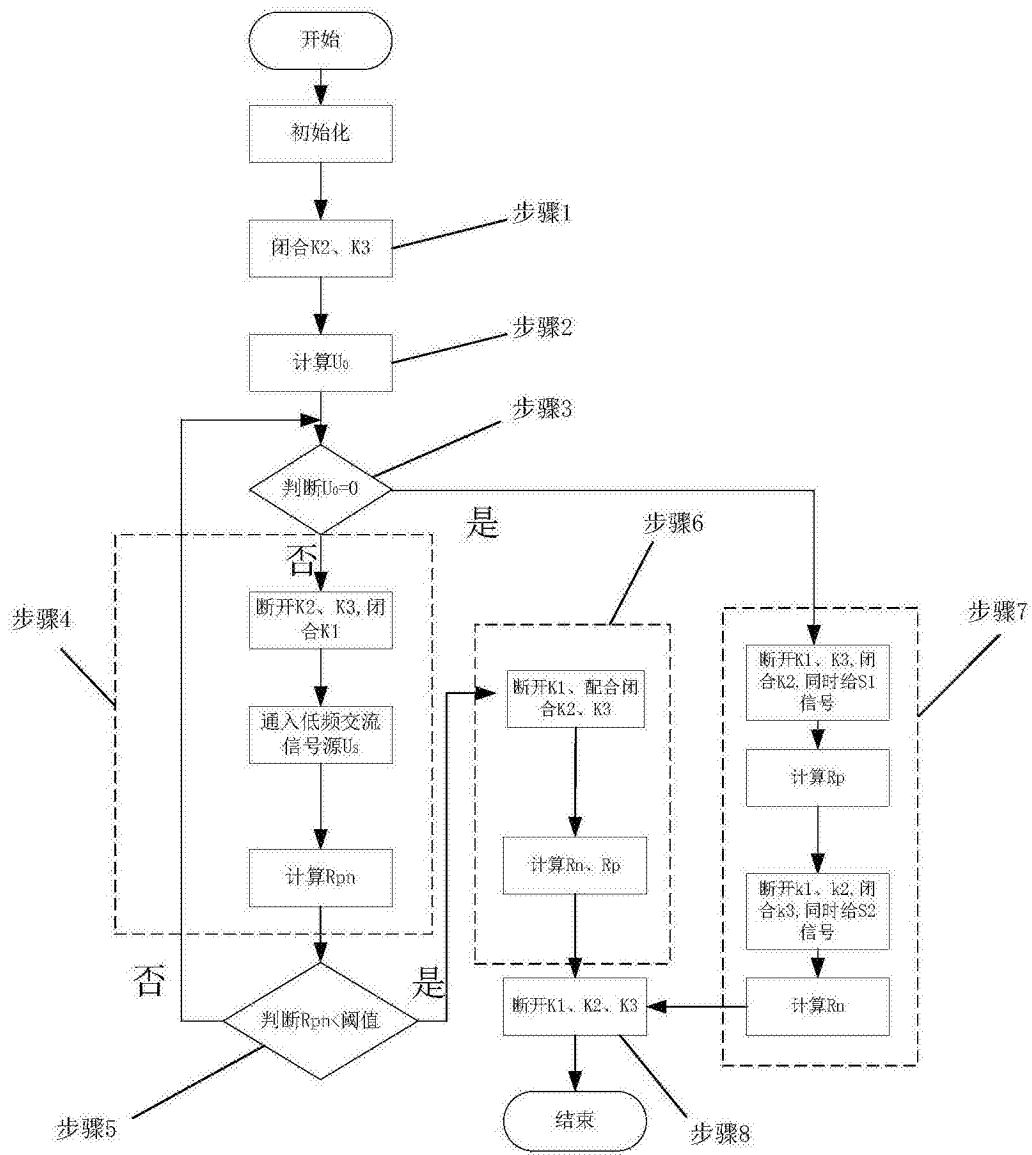


图2