(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104635119 A
(43)申请公布日 2015.05.20

(21)申请号 201310566743.0

(22)申请日 2013.11.14

(71)申请人 北汽福田汽车股份有限公司
地址 102206 北京市昌平区沙河镇沙阳路

(72)发明人 梁汝川 杨伟斌 黎旸 李任霞
卢山 李国斐 刘立业 马啸
刘营营 王玉红 王海燕 赵海

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙)11201
代理人 张大威

(51)Int.Cl.
G01R 31/12(2006.01)
G01R 27/02(2006.01)

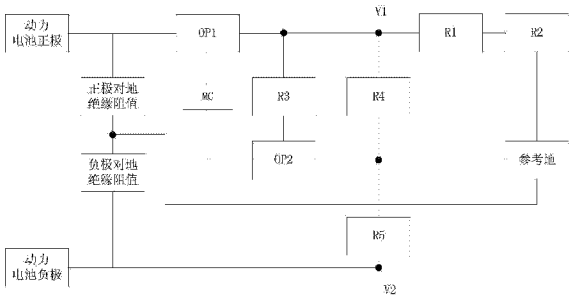
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

动力系统的绝缘监测方法及绝缘监测系统

(57)摘要

本发明提出一种动力系统的绝缘监测方法及绝缘监测系统，该监测方法包括以下步骤：控制第一开关闭合且控制第二开关断开，以获得正极母线和负极母线之间的电势差u7和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位v5；控制第二开关闭合且控制第一开关闭合，以获得正极母线和负极母线之间的电势差u7′和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位v5′；以及根据电势差u7、电势差u7′、第一开关和第三电阻之间的点对地的电位v5和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位v5′得到正极对地的绝缘电阻和负极对地的绝缘电阻。根据本发明实施例的方法，通过检测第一开关和第三电阻之间的点对地的电位v5和v5′以及正极母线和负极母线之间的电势差u7和u7′，以获得绝缘电阻，因此降低了成本。



CN 104635119 A

1. 一种动力系统的绝缘监测方法，其特征在于，所述动力系统包括：动力电池、与所述动力电池正极相连的正极母线和与所述动力电池负极相连的负极母线、所述动力系统的正极对地的绝缘电阻和所述动力系统的负极对地的绝缘电阻由绝缘监测系统进行监测，所述绝缘监测系统包括：第一开关、第二开关以及第一电阻至第五电阻，其中，

所述第一开关的一端与所述正极母线相连，所述第一开关的另一端通过串联第一电阻和第二电阻后接地、所述第二开关的一端接地且另一端通过所述第三电阻与所述第一开关的另一端相连，所述第一开关的另一端通过所述第四电阻相连后接地，所述第五电阻的一端与所述负极母线相连且所述第五电阻另一端接地，所述方法包括以下步骤：

控制所述第一开关闭合且控制所述第二开关断开，以获得所述正极母线和负极母线之间的电势差 u7 和所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5；

控制所述第二开关闭合且控制所述第一开关闭合，以获得所述正极母线和负极母线之间的电势差 u7′ 和所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5′；以及

根据所述电势差 u7、所述电势差 u7′、所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5 和所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5′ 得到所述正极对地的绝缘电阻和所述负极对地的绝缘电阻。

2. 如权利要求 1 所述的动力系统的绝缘监测方法，其特征在于，根据以下公式计算所述正极和负极对地的绝缘电阻：

$$R_P=\frac{1}{\frac{B}{(A-B)R}-\frac{1}{R5}-\frac{1}{R1+R2}},\quad R_N=\frac{1}{\frac{AB}{(A-B)R}-\frac{1}{R6}}$$

其中，R_P 为所述正极对地的绝缘电阻，R_N 为所述负极对地的绝缘电阻，A 和 B 分别表示系数，A=v5/(u7-v5)，B=v5′/(u7′-v5′)，R1、R2、R3、R4 和 R5 表示采样电阻。

3. 如权利要求 1 所述的直流系统的绝缘监测方法，其特征在于，还包括：

将所述正极对地的绝缘电阻和所述负极对地的绝缘电阻分别与对应绝缘电阻的标称电阻进行比较以获得第一差值和第二差值；

根据所述第一差值或所述第二差值以获得所述正极对地的绝缘电阻和所述负极对地的绝缘电阻的绝缘等级；以及

当所述绝缘等级小于预设等级时，发出报警信息并切断动力电池。

4. 如权利要求 3 所述的直流系统的绝缘监测方法，其特征在于，还包括：

当所述绝缘等级大于所述预设等级时正常行驶，并根据所述绝缘等级的大小向驾驶员发出提示信息。

5. 一种绝缘监测系统，其特征在于，包括：第一开关、第二开关以及第一电阻至第五电阻和控制器，所述绝缘监测系统用于监测动力系统的正极对地的绝缘电阻和所述动力系统的负极对地的绝缘电阻，其中，

所述第一开关的一端与所述正极母线相连，所述第一开关的另一端通过串联第一电阻和第二电阻后接地、所述第二开关的一端接地且另一端通过所述第三电阻与所述第一开关的另一端相连，所述第一开关的另一端通过所述第四电阻相连后接地，所述第五电阻的一端与所述负极母线相连且所述第五电阻另一端接地；以及

控制器，所述控制器控制所述第一开关闭合且控制所述第二开关断开，以获得所述正

极母线和负极母线之间的电势差 u7 和所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5，再控制所述第二开关闭合且控制所述第一开关闭合，以获得所述正极母线和负极母线之间的电势差 u7′ 和所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5′，以根据所述电势差 u7、所述电势差 u7′、所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5 和所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5′ 得到所述正极对地的绝缘电阻和所述负极对地的绝缘电阻。

6. 如权利要求 5 所述的绝缘监测系统，其特征在于，所述控制器根据以下公式计算所述正极和负极对地的绝缘电阻：

$$R_P = \frac{1}{\frac{B}{(A-B)R} - \frac{1}{R5} - \frac{1}{R1+R2}}, \quad R_N = \frac{1}{\frac{AB}{(A-B)R} - \frac{1}{R6}}$$

其中，R_P 为所述正极对地的绝缘电阻，R_N 为所述负极对地的绝缘电阻，A 和 B 分别表示系数，A=v5/(u7-v5)，B=v5′ /(u7′ -v5′)。

7. 如权利要求 5 所述的绝缘监测系统，其特征在于，所述控制器还用于根据所述正极对地的绝缘电阻和该绝缘电阻的标定电阻以及所述负极对地的绝缘电阻和该绝缘电阻的标定电阻获得绝缘等级。

8. 如权利要求 5 所述的绝缘监测系统，其特征在于，还包括：

报警模块，用于在所述正极对地的绝缘电阻或所述负极对地的绝缘电阻的绝缘等级小于预设等级时，发出报警信息。

9. 如权利要求 5 所述的绝缘监测系统，其特征在于，所述控制器还用于在所述正极对地的绝缘电阻或所述负极对地的绝缘电阻的绝缘等级小于预设等级时，断开动力电池。

10. 如权利要求 5 所述的绝缘监测系统，其特征在于，所述第一开关和所述第二开关为光耦开关或 MOS 管。

动力系统的绝缘监测方法及绝缘监测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车技术领域，特别涉及一种动力系统的绝缘监测方法及绝缘监测系统。

背景技术

[0002] 随着电动汽车的快速发展已逐渐走进人们的生活。由于电动汽车是以高压电池组作为动力源，一旦发生绝缘问题将危及人身和电器安全，因此及时准确的监测绝缘故障与用户的生命财产安全至关重要。

[0003] 现有的绝缘监测方式多种，例如信号注入法、电流传感法和平衡电桥法等具体如下。

[0004] 1、信号注入法是将高频交流信号注入到电气系统中，另一端连接地或车体以采集信号，并通过计算其幅值和相位的变化来推算其绝缘电阻。该方法的检测准确度容易收到系统分布电容的影响，并且在注入交流信号时会增加干扰影响直流系统正常工作。另外该方式电路复杂、成本高、稳定性差。

[0005] 2、电流传感法是将电源系统中待测的正极和负极一起同方向穿过电流传感器，当没有漏电流时，从电源正极流出的电流等于返回电源负极的电流，因此，穿过电流传感器的电流为零。通过该原理可监测漏电状况。该方法只能监测导通状态下的绝缘状况，且无法在两端同时漏电，或是系统中间漏电时对其进行检测。

[0006] 3、平衡电桥法是利用电桥电路的原理，认为待测设备直流系统正负母线对地具有一个固定的绝缘电阻，绝缘良好的情况下这两个绝缘电阻可以认为是相等的，正负端子可作为两个桥臂，地可以作为一个桥臂，另外可以在正负母线之间串联两个等值大电阻，两电阻之间是一个桥臂，这样就构成了一个平衡电桥电路，在地与串联的两电阻之间串上电流表。在绝缘下降时电桥失去平衡，电流表便有电流流过。该方法对构建电路的精确性要求很高现实生活中很难做到，并且在正负绝缘性能同时降低时，不能准确及时报警。

发明内容

[0007] 本发明的目的旨在至少解决上述的技术缺陷之一。

[0008] 为此，本发明一方面提供一种动力系统的绝缘监测方法。所述方法可以解决成本高、准确度和适应性差的问题。

[0009] 本发明另一方面提供一种绝缘监测系统。

[0010] 有鉴于此，本发明一方面的实施例提出一种动力系统的绝缘监测方法，所述动力系统包括：动力电池、与所述动力电池正极相连的正极母线和与所述动力电池负极相连的负极母线、所述动力系统的正极对地的绝缘电阻和所述动力系统的负极对地的绝缘电阻由绝缘监测系统进行监测，所述绝缘监测系统包括：第一开关、第二开关以及第一电阻至第五电阻，其中，所述第一开关的一端与所述正极母线相连，所述第一开关的另一端通过串联第一电阻和第二电阻后接地、所述第二开关的一端接地且另一端通过所述第三电阻与所述第

一开关的另一端相连，所述第一开关的另一端通过所述第四电阻相连后接地，所述第五电阻的一端与所述负极母线相连且所述第五电阻另一端接地，所述方法包括以下步骤：控制所述第一开关闭合且控制所述第二开关断开，以获得所述正极母线和负极母线之间的电势差 u7 和所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5；控制所述第二开关闭合且控制所述第一开关闭合，以获得所述正极母线和负极母线之间的电势差 u7′ 和所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5′；以及根据所述电势差 u7、所述电势差 u7′、所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5 和所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5′ 得到所述正极对地的绝缘电阻和所述负极对地的绝缘电阻。

[0011] 根据本发明实施例的方法，通过检测第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5、第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5′ 以及电势差 u7 和 u7′，以获得正极对地的绝缘电阻和所述负极对地的绝缘电阻，因此降低了成本，提高了监测的准确性和适应性，同时简化了监测过程。

[0012] 在本发明的一个实施例中，根据以下公式计算所述正极和负极对地的绝缘电阻：

$$R_P=\frac{1}{\frac{B}{(A-B)R}-\frac{1}{R5}-\frac{1}{R1+R2}},\quad R_N=\frac{1}{\frac{AB}{(A-B)R}-\frac{1}{R6}},$$

其中，R_P 为正极对地的绝缘电阻，R_N 为负极对地的绝缘电阻，A 和 B 分别表示系数，A=v5/(u7-v5)，B=v5′/(u7′-v5′)，R1、R2、R3、R4 和 R5 表示采样电阻。

[0013] 在本发明的一个实施例中，还包括：将所述正极对地的绝缘电阻和所述负极对地的绝缘电阻分别与对应绝缘电阻的标称电阻进行比较以获得第一差值和第二差值；根据所述第一差值或所述第二差值以获得所述正极对地的绝缘电阻和所述负极对地的绝缘电阻的绝缘等级；以及当所述绝缘等级小于预设等级时，发出报警信息并切断动力电池。

[0014] 在本发明的一个实施例中，还包括：当所述绝缘等级大于所述预设等级时正常行驶，并根据所述绝缘等级的大小向驾驶员发出提示信息。

[0015] 有鉴于此，本发明另一方面的实施例提出一种绝缘监测系统，包括：第一开关、第二开关以及第一电阻至第五电阻和控制器，所述绝缘监测系统用于监测动力系统的正极对地的绝缘电阻和所述动力系统的负极对地的绝缘电阻，其中，

[0016] 所述第一开关的一端与所述正极母线相连，所述第一开关的另一端通过串联第一电阻和第二电阻后接地、所述第二开关的一端接地且另一端通过所述第三电阻与所述第一开关的另一端相连，所述第一开关的另一端通过所述第四电阻相连后接地，所述第五电阻的一端与所述负极母线相连且所述第五电阻另一端接地；以及

[0017] 控制器，所述控制器控制所述第一开关闭合且控制所述第二开关断开，以获得所述正极母线和负极母线之间的电势差 u7 和所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5，再控制所述第二开关闭合且控制所述第一开关闭合，以获得所述正极母线和负极母线之间的电势差 u7′ 和所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5′，以根据所述电势差 u7、所述电势差 u7′、所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5 和所述第一开关和所述第三电阻之间的点对地的电位 v5′ 得到所述正极对地的绝缘电阻和所述负极对地的绝缘电阻。

[0018] 根据本发明实施例的绝缘监测系统，通过检测第一开关和第三电阻之间的点对地

的电位 v5 和 v5′ 以及正极母线和负极母线之间的电势差 u7 和 u7′，以获得绝缘电阻，因此降低了成本，提高了监测的准确性和适应性，同时简化了监测过程。

[0019] 在本发明的一个实施例中，所述控制器根据以下公式计算所述正极和负极对地的绝缘电阻：$R_P=\frac{1}{\frac{B}{(A-B)R}-\frac{1}{R5}-\frac{1}{R1+R2}}$，$R_N=\frac{1}{\frac{AB}{(A-B)R}-\frac{1}{R6}}$，其中，$R_P$ 为正极对地的绝缘电阻，R_N 为负极对地的绝缘电阻，A 和 B 分别表示系数，A=v5/(u7-v5)，B=v5′ /(u7′ -v5′)，R1、R2、R3、R4 和 R5 表示采样电阻。

[0020] 在本发明的一个实施例中，所述控制器还用于根据所述正极对地的绝缘电阻和该绝缘电阻的标定电阻以及所述负极对地的绝缘电阻和该绝缘电阻的标定电阻获得绝缘等级。

[0021] 在本发明的一个实施例中，还包括：报警模块，用于在所述正极对地的绝缘电阻或所述负极对地的绝缘电阻的绝缘等级小于预设等级时，发出报警信息。

[0022] 在本发明的一个实施例中，所述控制器还用于在所述正极对地的绝缘电阻或所述负极对地的绝缘电阻的绝缘等级小于预设等级时，断开动力电池。

[0023] 在本发明的一个实施例中，所述第一开关和所述第二开关为光耦开关或 MOS 管。

[0024] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0025] 本发明上述的和 / 或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

[0026] 图 1 为根据本发明一个实施例的绝缘监测系统的结构框图；

[0027] 图 2 为根据本发明一个实施例的绝缘监测系统的原理示意图；

[0028] 图 3 为根据本发明一个实施例的采样时序图；

[0029] 图 4 为根据本发明的控制器控制的控制逻辑示意图；

[0030] 图 5 为根据本发明一个实施例的动力系统的绝缘监测方法的流程图；以及

[0031] 图 6 为根据本发明另一个实施例的绝缘监测方法的流程图。

具体实施方式

[0032] 下面详细描述本发明的实施例，实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

[0033] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“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。

[0034] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0035] 图 1 为根据本发明一个实施例的绝缘监测系统的结构框图。如图 1 所示，根据本发明实施例的绝缘监测系统包括：第一开关 OP1、第二开关 OP2 以及第一电阻 R1 至第五电阻 R5 和控制器 MC，该绝缘监测系统用于监测动力系统的正极对地的绝缘电阻 R_N 和动力系统的负极对地的绝缘电阻 R_P。

[0036] 具体地，第一开关 OP1 的一端与正极母线 U+ 相连，第一开关 OP1 的另一端通过串联第一电阻 R1 和第二电阻 R2 后接地、第二开关 OP2 的一端接地且另一端通过第三电阻 R3 与第一开关 OP1 的另一端相连，第一开关 OP1 的另一端通过第四电阻 R4 相连后接地，第五电阻 R5 的一端与负极母线相连且第五电阻 R5 另一端接地。控制器 MC 控制第一开关 OP1 闭合且控制第二开关 OP2 断开，以获得正极母线和负极母线之间的电势差 u7 和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5，再控制第二开关 OP2 闭合且控制第一开关 OP1 闭合，以获得正极母线和负极母线之间的电势差 u7′ 和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5′，以根据电势差 u7、电势差 u7′、第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5 和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5′ 得到正极对地的绝缘电阻和负极对地的绝缘电阻。

[0037] 根据本发明实施例的绝缘监测系统，通过检测第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5 和 v5′ 以及正极母线和负极母线之间的电势差 u7 和 u7′，以获得绝缘电阻，因此降低了成本，提高了监测的准确性和适应性，同时简化了监测过程。

[0038] 下面将结合图 2- 图 4 对上述绝缘监测系统进行详细说明。

[0039] 图 2 为根据本发明一个实施例的绝缘监测系统的原理示意图。如图 2 所示，左侧部分为动力系统，用于提供高压电源，R_P 表示正极对地的绝缘电阻，R_N 表示负极对地的绝缘电阻。右侧部分为绝缘监测系统。图 2 中第一电阻 R1 至第五电阻 R5 为绝缘监测的采样电阻，第二开关 OP2 可对第三电阻 R3 连接或接地，第一开关 OP1 可将绝缘监测系统与动力系统连接或断开。在本实施例中第一开关 OP1 和第二开关 OP2 为光耦开关或 MOS 管，且控制器 MC 通过控制电阻 R6 和 R7 以及电阻 R8 和 R9 分别对第一开关 OP1 和第二开关 OP2 进行控制。控制器 MC 对 P2 点的电位进行控制，当 P2 点为低电位时第一开关 OP1 接通，当 P2 点为高电位时第一开关 OP1 断开。控制器 MC 对 P1 点的电位进行控制，当 P1 点为低电位时第二开关 OP2 接通，当 P1 点为高电位时第二开关 OP2 断开。

[0040] 在本发明的一个实施例中，控制器 MC 对 P1 点和 P2 点的电位进行控制。当 P2 点为低电位，P1 点为高电位时，第一开关 OP1 接通，第二开关 OP2 断开。此时 P3 点电位为第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5，P3 点与 P4 点之间电势差为正极母线和负极母线之间的电势差 u7，P3 点的对地电阻值为 r+，P4 点的对地电阻值为 r-，因此 v5/u7=r+/(r++r-)，即 v5/(u7-v5)=r+/r-，其中 $r+=R_P//R9//(R1+R2)$，$r-=R_N//R5$。当 P2 为低电位，P1 为低电位时，第一开关 OP1 接通，第二开关 OP2 接通，P3 点电位为第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5′，P3 点与 P4 点之间电势差为正极母线和负极母线之间的电势差 u7′。

P3 点对地电阻值为 r+',P4 点对地电阻值为 r-',则 v5′ /u7′ =r+'/(r+'+r-'),即 v5′ /(u7′ -v5′)=r+'/r-',其中 r+'=R_P//R4//(R1+R2)//R3,r-=R_N//R5 进而可以得到正极对地的绝缘电阻 R_P 和负极对地的绝缘电阻 R_N。具体通过如下公式表示：

[0041] $$R_P=\frac{1}{\frac{B}{(A-B)R}-\frac{1}{R5}-\frac{1}{R1+R2}},\quad R_N=\frac{1}{\frac{AB}{(A-B)R}-\frac{1}{R6}}$$

[0042] 其中,R_P 为正极对地的绝缘电阻,R_N 为负极对地的绝缘电阻,A 和 B 分别表示系数可表示为,A=v5/(u7-v5),B=v5′ /(u7′ -v5′),R1、R2、R3、R4 和 R5 表示采样电阻。

[0043] 图 3 为根据本发明一个实施例的采样时序图。如图 3 所示,“1”表示第二开关 OP2 接通,“0”表示第二开关 OP2 断开。v5、u7 采样点时序图和 v5′ 、u7′ 采样点时序图中,“1”表示采样,“0”表示停止采样,v5、u7 采样点在第二开关 OP2 断开后的采样时刻,v5′ 、u7′ 采样点在第二开关 OP2 接通后的采样时刻,并通过上述绝缘电阻的计算公式进行求解,此时 v5>v5′ ,且 u7>u7′ 该公式还可以表示为,$\begin{cases} A-B>0 \\ B-(\frac{1}{R5}+\frac{1}{R1+R2})*(A-B)R>0 \\ A*B*R6-(A-B)*R>0 \end{cases}$。如果不满足不等式 v5>v5′ ,且 u7>u7′ ,则输出故障默认的绝缘电阻值。

[0044] 根据本发明的绝缘监测系统,仅由通过几个电阻和开关和控制器构成,并以检测电势差和电位,以得到绝缘电阻,因此降低了成本,提高了监测的准确性,同时该方式简单易实现,简化了监测环节。

[0045] 在本发明的一个实施例中,该控制器 MC 可以为单片机。控制器 MC 首先对系统进行初始化。初始化结束后,接通第一开关 OP1 使绝缘监测系统和动力系统相接通,使控制器 MC 进行自检。如果自检未通过,则控制器 MC 断开第一开关 OP1,并将故障信息进行存储;当自检通过时,控制器 MC 通过以移动频率(例如 0.5Hz)变换 P1 点和 P2 点的电平对第一开关 OP1 和第二开关 OP2 进行控制。并通过采集电势差 u7、电势差 u7′ 、第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5 和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5′ ,并通过上述绝缘电阻的计算公式获得正极对地的绝缘电阻 R_P 和负极对地的绝缘电阻 R_N。再与对应绝缘电阻的标定电阻值进行比较以获得正极对地的绝缘电阻 R_P 和负极对地的绝缘电阻 R_N 的绝缘等级。当该绝缘等级小于预设等级时,通过报警模块发出报警信息,并将绝缘监测系统和动力系统断开,以避免事故的发生。

[0046] 控制器 MV 根据正极对地的绝缘电阻和该绝缘电阻的标定电阻以及负极对地的绝缘电阻和该绝缘电阻的标定电阻获得绝缘等级。在当前正极对地的绝缘电阻或负极对地的绝缘电阻的绝缘等级小于预设等级时,通过报警模块向用户发出报警信息,同时切断与动力电池组的连接。如果当前绝缘等级大于预设等级时,根据绝缘状况向用户发出不同的提示信息。例如,绝缘等级一共分为 7 级,且第 4 级为预设等级。在当前绝缘等级大于第 4 等级时(如第 5 级或第 6 级),发出报警信息并切断与动力电池组的连接。如果是第 2 级或第 3 级时,汽车正常行驶,只是通过不同的提示信息提示用户当前的绝缘状况,以事先防止事故的发生。

[0047] 图 4 为根据本发明的控制器控制的控制逻辑示意图。如图 4 所示,控制器 MC 首先

对电路故障进行诊断，当没有故障时进行上下点自检。控制器 MC 可通过控制第一开关 OP1 和第二开关 OP2 的断开或连接，采集上述对应点的电势差（一般会在 0 ～ 4095 之间），并将其转换为 0 ～ 5V 的电压值从而获得正极母线和负极母线之间的电势差 u7、正极母线和负极母线之间的电势差 u7′、第一开关 OP1 和第三电阻 R3 之间的点对地的电位 v5 和第一开关 OP1 和第三电阻 R3 之间的点对地的电位 v5′。再进行计算以得到正极对地的绝缘电阻和负极对地的绝缘电阻值。

[0048] 根据本发明实施例的绝缘监测系统，通过检测第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5 和 v5′ 以及正极母线和负极母线之间的电势差 u7 和 u7′，以获得正极对地的绝缘电阻和负极对地的绝缘电阻，因此降低了成本，提高了监测的准确性和适应性，同时简化了监测过程。

[0049] 图 5 为根据本发明一个实施例的动力系统的绝缘监测方法的流程图。如图 5 所示，根据本发明实施例的动力系统的绝缘监测方法包括以下步骤：控制第一开关闭合且控制第二开关断开，以获得正极母线和负极母线之间的电势差 u7 和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5（步骤 101）。控制第二开关闭合且控制第一开关闭合，以获得正极母线和负极母线之间的电势差 u7′ 和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5′（步骤 103）。根据电势差 u7、电势差 u7′、第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5 和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5′ 得到正极对地的绝缘电阻和负极对地的绝缘电阻（步骤 105）。

[0050] 根据本发明实施例的绝缘监测方法，通过检测第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5 和 v5′ 以及正极母线和负极母线之间的电势差 u7 和 u7′，以获得绝缘电阻，因此降低了成本，提高了监测的准确性和适应性，同时简化了监测过程。

[0051] 下面将结合附图对上述各步骤进行详细说明。

[0052] 如图 2 所示，动力系统包括：动力电池、与动力电池正极相连的正极母线和与动力电池负极相连的负极母线、动力系统的正极对地的绝缘电阻和动力系统的负极对地的绝缘电阻由绝缘监测系统进行监测，绝缘监测系统包括：第一开关 OP1、第二开关 OP2 以及第一电阻 R1 至第五电阻 R5，其中，第一开关 OP1 的一端与正极母线相连，第一开关 OP1 的另一端通过串联第一电阻 R1 和第二电阻 R2 后接地、第二开关 OP2 的一端接地且另一端通过第三电阻 R3 与第一开关 OP1 的另一端相连，第一开关 OP1 的另一端通过第四电阻 R4 相连后接地，第五电阻 R5 的一端与负极母线相连且第五电阻 R5 另一端接地。其中第一开关 OP1 和第二开关 OP2 可以为光耦开关或 MOS 管。

[0053] 在本发明的一个实施例中，通过对 P1 点和 P2 点的电位进行控制，从而可以对第一开关 OP1 和第二开关 OP2 进行控制。通过控制第一开关 OP1 和第二开关 OP2，在第一时刻和第二时刻分别获得第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5、正极母线和负极母线之间的电势差 u7、正极母线和负极母线之间的电势差 u7′ 和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5′，并通过如下公式得到正极对地的绝缘电阻 R_P 和负极对地的绝缘电阻 R_N。该公式可以表示为：

[0054] $$R_P=\frac{1}{\frac{B}{(A-B)R}-\frac{1}{R5}-\frac{1}{R1+R2}},\quad R_N=\frac{1}{\frac{AB}{(A-B)R}-\frac{1}{R6}}$$

[0055] 其中，R_P 为正极对地的绝缘电阻，R_N 为负极对地的绝缘电阻，A 和 B 分别表示系数，A=v5/(u7-v5)，B=v5′/(u7′-v5′)，v5′ 为第一开关 OP1 和第三电阻 R3 之间的点对地的电位，R1、R2、R3、R4 和 R5 表示采样电阻。

[0056] 在本发明的示例中，如果 v5>v5′，且 u7>u7′ 时才可以通过上述绝缘电阻的计算公式得到绝缘电阻 R_P 和 R_N。如果不满足不等式 v5>v5′，且 u7>u7′，则输出故障默认电阻值。

[0057] 根据本发明实施例的方法，通过检测第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5、第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5′ 以及电势差 u7 和 u7′，以获得正极对地的绝缘电阻和负极对地的绝缘电阻，因此降低了成本，提高了监测的准确性和适应性，同时简化了监测过程。

[0058] 在本发明的一个实施例中，将正极对地的绝缘电阻和负极对地的绝缘电阻分别与对应绝缘电阻的标称电阻进行比较以获得第一差值和第二差值。然后根据第一差值或第二差值以获得正极对地的绝缘电阻和负极对地的绝缘电阻的绝缘等级。在绝缘等级小于预设等级时，发出报警信息并切断动力电池。如果当前绝缘等级大于预设等级时，根据绝缘状况向用户发出不同的提示信息。例如，绝缘等级一共分为 7 级，且第 4 级为预设等级。在当前绝缘等级大于第 4 等级时(如第 5 级或第 6 级)，发出报警信息并切断与动力电池组的连接。如果是第 2 级或第 3 级时，汽车正常行驶，只是通过不同的提示信息提示用户当前的绝缘状况，以事先防止事故的发生。

[0059] 如图 2 和图 6 所示，首先对动力系统进行初始化，然后接通第一开关 OP1 使绝缘监测系统连接到动力系统，以对动力系统进行自检。当自检通过时，以一定频率断开或闭合第二开关 OP2 使连接或断开电阻 R3 以获得电势差 u7、电势差 u7′、第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5 和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5′，并通过绝缘电阻的计算公式可分别得到正极对地的绝缘电阻 R_P 和负极对地的绝缘电阻 R_N。根据 R_P 和 R_N 与对应绝缘电阻的标定电阻差值对当前的绝缘状态进行等级划分以对当前的动力系统的绝缘状况进行诊断。如果小于预设等级，则向用户发出报警信息，并断开第一开关 OP1 和第二开关 OP2，并存储故障信息。如果不小于该预设等级，即符合运行条件时汽车正常运行，并继续监测绝缘电阻的绝缘状况，同时根据复合运行条件的不同绝缘等级向用户发出提示信息。当预设等级为第 4 级时，第 1 级到第 4 级为符合运行的条件。

[0060] 根据本发明实施例的方法，通过检测第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5、第一开关和第三电阻之间的点对地的电位 v5′ 以及电势差 u7 和 u7′，以获得正极对地的绝缘电阻和负极对地的绝缘电阻，因此降低了成本，提高了监测的准确性和适应性，同时简化了监测过程。

[0061] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本发明的限制，本领域的普通技术人员在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

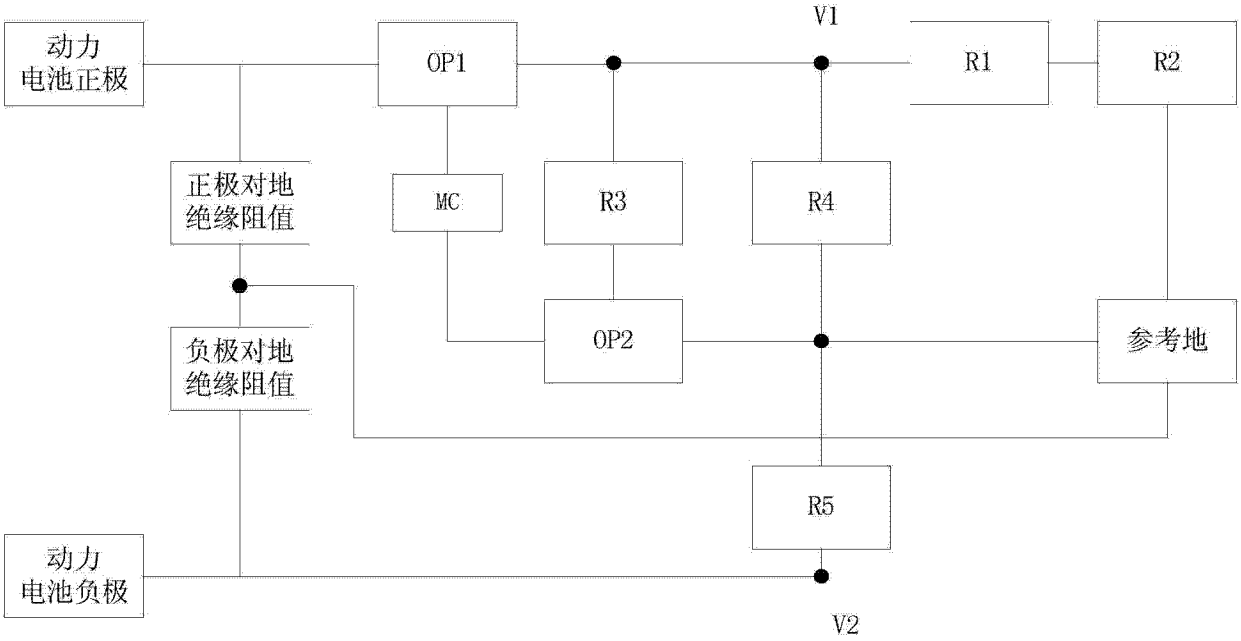

动力
电池正极
OP1
V1
R1
R2
正极对地
绝缘阻值
MC
R3
R4
负极对地
绝缘阻值
OP2
参考地
R5
动力
电池负极
V2

图 1

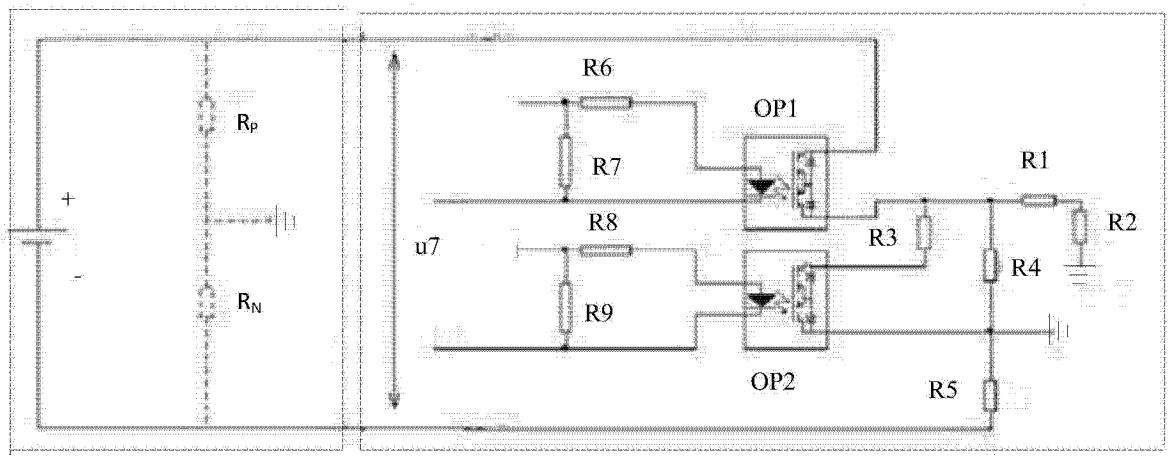

R6
OP1
R7
R1
+
R8
R2
u7
R3
R4
-
R9
OP2
R5

图 2

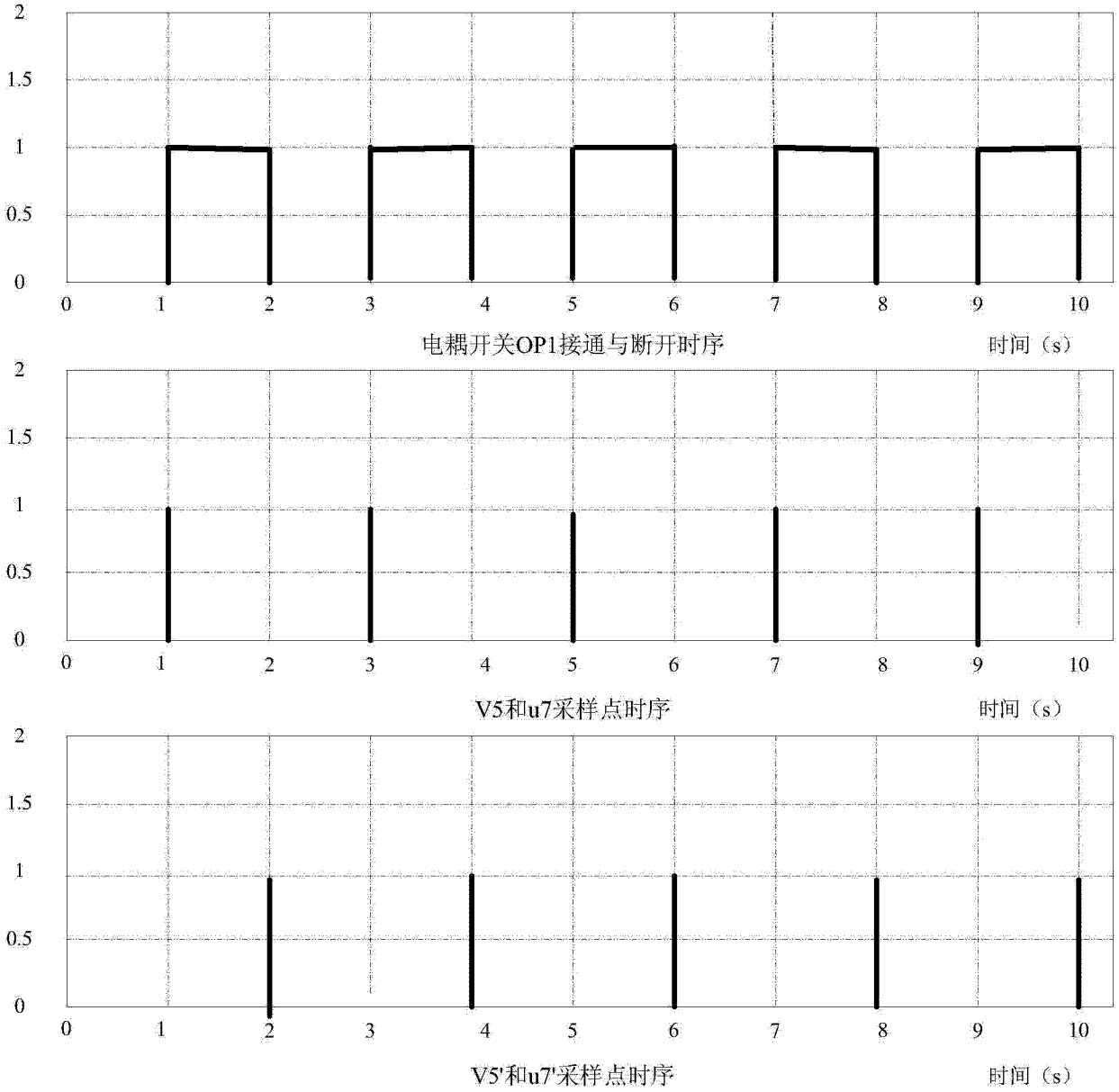

2
1.5
1
0.5
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
电耦开关OP1接通与断开时序
时间（s）
2
1.5
1
0.5
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
V5和u7采样点时序
时间（s）
2
1.5
1
0.5
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
V5'和u7'采样点时序
时间（s）

图 3

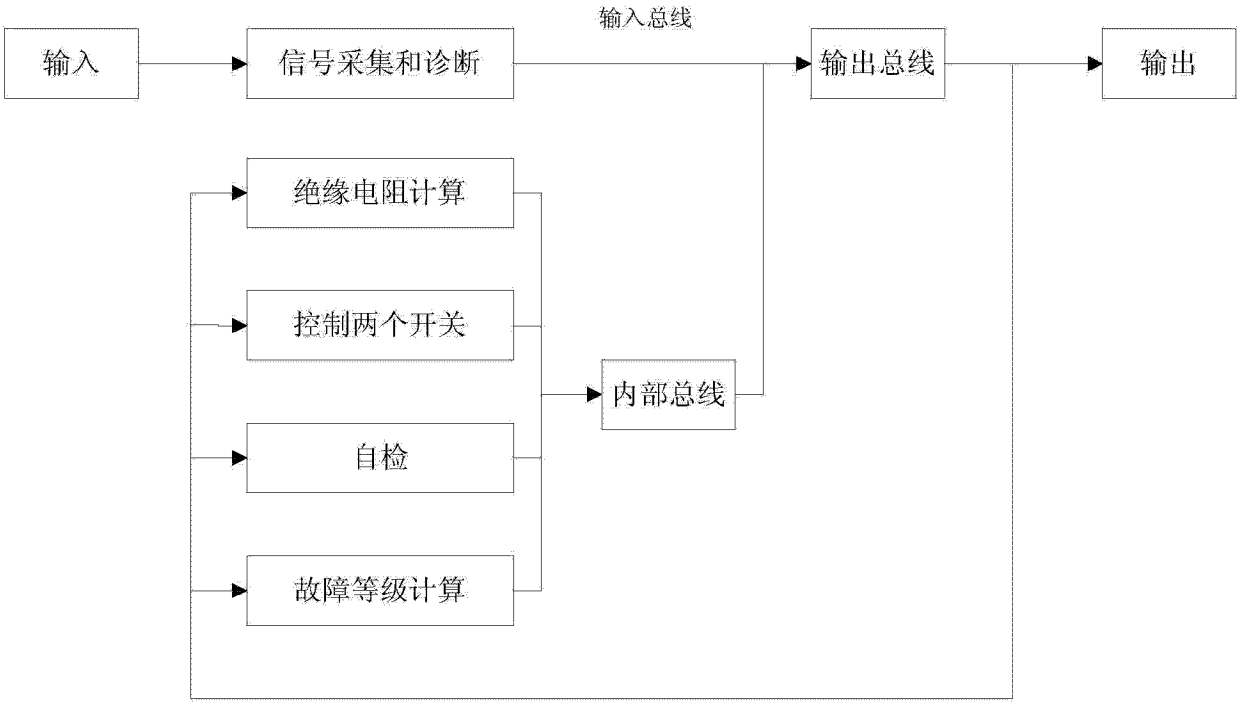

输入总线
输入
信号采集和诊断
输出总线
输出
绝缘电阻计算
控制两个开关
内部总线
自检
故障等级计算

图 4

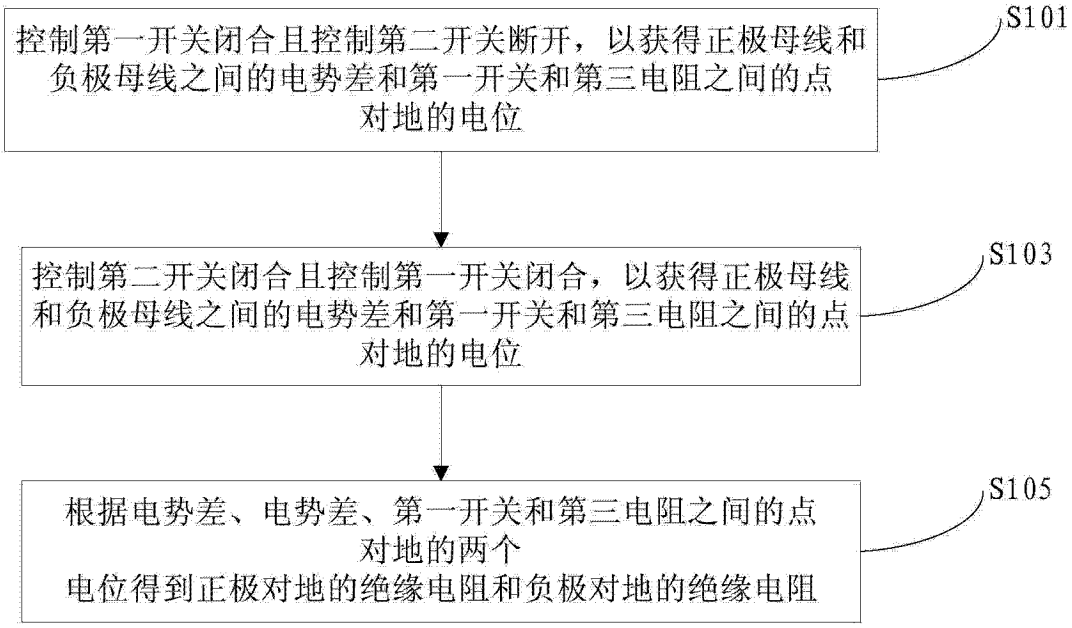

控制第一开关闭合且控制第二开关断开，以获得正极母线和负极母线之间的电势差和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位
S101
控制第二开关闭合且控制第一开关闭合，以获得正极母线和负极母线之间的电势差和第一开关和第三电阻之间的点对地的电位
S103
根据电势差、电势差、第一开关和第三电阻之间的点对地的两个
电位得到正极对地的绝缘电阻和负极对地的绝缘电阻
S105

图 5

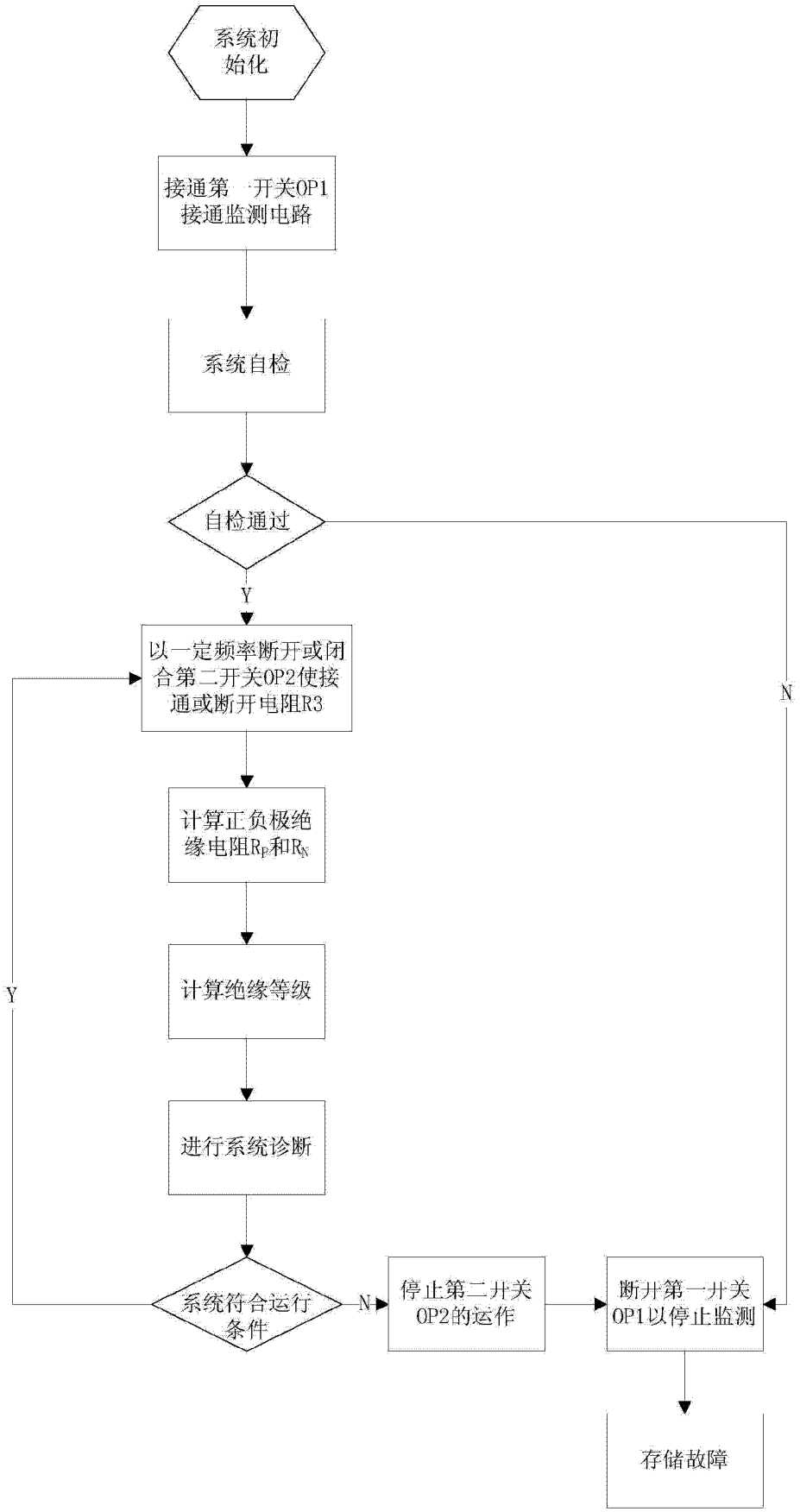

系统初始化
接通第一开关OP1接通监测电路
系统自检
自检通过
Y
N
以一定频率断开或闭合第二开关OP2使接通或断开电阻R3
计算正负极绝缘电阻R_P和R_N
计算绝缘等级
进行系统诊断
系统符合运行条件
Y
N
停止第二开关OP2的运作
断开第一开关OP1以停止监测
存储故障

图 6