



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103926853 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 16

(21) 申请号 201410160373. 5

(22) 申请日 2014. 04. 21

(71) 申请人 株洲南车时代电气股份有限公司
地址 412001 湖南省株洲市石峰区时代路
169 号

(72) 发明人 刘伟良 李小文 苏理 谭利红
陈明奎 余长超 李进进 刘丽君

(74) 专利代理机构 北京聿宏知识产权代理有限
公司 11372

代理人 吴大建 刘华联

(51) Int. Cl.

G05B 19/04 (2006. 01)

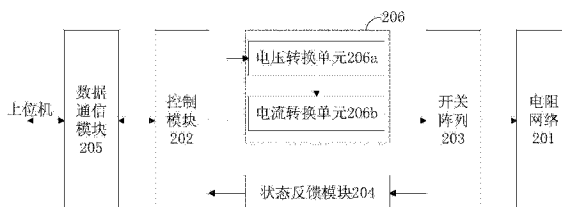
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种可编程电阻输出装置和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种可编程电阻输出装置和方法,该装置包括:电阻网络,其包括若干电阻;控制模块,其用于根据电阻输出指令产生并输出相应的控制信号;开关阵列,其连接在控制模块与电阻网络之间,包括若干开关单元,开关单元与电阻网络中相应的电阻并联,用于在控制信号的作用下短路或导通相应的电阻,以控制电阻网络的输出电阻阻值;状态反馈模块,其连接在控制模块与开关阵列之间,用于根据开关阵列的状态产生相应的状态信号,并将状态信号反馈给控制模块,以供控制模块判断所述开关阵列工作状态是否正常。本发明结构简单、控制方便,具有状态反馈功能,能够实时监控各个电阻输出通道的实际状态,从而保证了整个装置的可靠性。



1. 一种可编程电阻输出装置,其特征在于,所述装置包括:
电阻网络,其包括若干电阻;
控制模块,其用于根据电阻输出指令产生并输出相应的控制信号;
开关阵列,其连接在所述控制模块与电阻网络之间,包括若干开关单元,所述开关单元与所述电阻网络中相应的电阻并联,用于在所述控制信号的作用下短路或导通相应的电阻,以控制所述电阻网路的输出电阻阻值;
状态反馈模块,其连接在所述控制模块与开关阵列之间,用于根据所述开关阵列的状态产生相应的状态信号,并将所述状态信号反馈给所述控制模块,以供所述控制模块判断所述开关阵列工作状态是否正常。
2. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述装置包括若干电阻输出通道,每一所述电阻输出通道包括通道开关和若干串联的开关电阻对,所述开关电阻对与所述通道开关串联,其中所述开关电阻对包括并联的开关单元和电阻。
3. 如权利要求2所述的装置,其特征在于,所述开关单元包括至少含有2对触点的继电器,其中第一对触点中的一个触点与相应的电阻的一端连接,另一个触点与所述相应的电阻的另一端连接,第二对触点中的一个触点与所述状态反馈模块连接,另一个触点与第一低压电源的正极连接。
4. 如权利要求3所述的装置,其特征在于,所述状态反馈模块包括光耦合器,其中,所述光耦合器包括发光二极管和光敏三极管,所述发光二极管的正极作为所述光耦合器的输入端与所述第二对触点中的一个触点连接,所述发光二极管的负极与所述第一低压电源的负极连接,所述光敏三极管的发射极作为所述光耦合器的输出端与所述控制模块连接,同时所述发射极还通过一串联电阻与第二低压电源的负极连接,所述光敏三极管的集电极与所述第二低压电源的正极连接。
5. 如权利要求4所述的装置,其特征在于,所述发光二极管的正极与负极之间并联有稳压管,所述稳压管的正极与所述发光二极管的负极连接,所述稳压管的负极与所述发光二极管的正极连接。
6. 如权利要求1~5中任一项所述的装置,其特征在于,所述装置还包括开关阵列驱动模块,其电连接于所述控制模块和开关阵列之间,用于对接收到的所述控制信号进行处理,以增强所述控制信号的驱动能力。
7. 如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述开关阵列驱动模块包括电压转换单元和/或电流转换单元。
8. 如权利要求1~7中任一项所述的装置,其特征在于,所述装置还包括数据通信模块,其与所述控制模块连接,用于将接收到的所述电阻输出指令进行转换后传输到所述控制模块。
9. 一种采用如权利要求1~8中任一项所述装置进行电阻输出的方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:
根据电阻输出指令产生并输出相应的控制信号;
根据所述控制信号短路或导通相应的电阻,并产生相应的状态信号;
收集所述状态信号,比较所述状态信号与控制信号,根据比较结果判断所述装置工作状态是否正常。

10. 如权利要求 9 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括以下步骤:

如果所述装置工作状态存在异常,则产生并输出故障信号,同时输出隔离信号,以隔离存在故障的电阻网络。

一种可编程电阻输出装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子技术领域,具体地说,涉及一种可编程电阻输出装置和方法。

背景技术

[0002] 电阻几乎是所有电路中必不可少的部件,常见的也有很多不同阻值的电阻。而在一些电路中,电路的同一位置在不同时刻需要采用不同阻值的电阻。在一些精密度要求不高的场合,这种电阻可以采用滑动变阻器来实现。而滑动变阻器无法确定电阻的具体阻值,所以在精密度要求较高的场合,滑动变阻器也就无法满足要求,此时就需要用到可编程电阻输出装置。

[0003] 图 1 示出了现有的可编程电阻输出装置的结构图。

[0004] 如图 1 所示,现有的可编程电阻输出装置包括总线控制器 101 和电阻输出板 102。现有的可编程电阻输出装置中使用了大量的继电器,而继电器由于其固有特性,往往容易出现一些故障,导致其不能正常工作。而且,继电器的数量越多,故障出现的概率将越大。若继电器故障,必然会使电阻输出通道的输出阻值异常。

[0005] 现有的可编程电阻输出装置采用的是一种开环控制结构,不具备状态反馈功能,使得用户无法监控电阻输出板 102 中电阻输出通道的状态。当继电器发生故障时,对应通道的电阻输出实际值与期望值可能出现较大偏差,甚至直接导致短路。由于没有途径及时将故障状况反馈给用户,用户无法及时隔离故障并采取补救措施。

[0006] 此外,现有的可编程电阻输出装置中电阻输出板 102 一般是以 PCI 或 PXI 总线板卡的形式存在,其自身不具备远程通信功能,只能间接地通过具备远程通信(如以太网通信)接口的总线控制器 101 来实现远程控制。这种结构及控制方式非常复杂,且成本高昂。

[0007] 基于上述情况,亟需一种结构简单、方便可用、能够保证输出通道可靠性的可编程电阻输出装置。

发明内容

[0008] 为解决上述问题,本发明提供了一种可编程电阻输出装置,所述装置包括:

[0009] 电阻网络,其包括若干电阻;

[0010] 控制模块,其用于根据电阻输出指令产生并输出相应的控制信号;

[0011] 开关阵列,其连接在所述控制模块与电阻网络之间,包括若干开关单元,所述开关单元与所述电阻网络中相应的电阻并联,用于在所述控制信号的作用下短路或导通相应的电阻,以控制所述电阻网络的输出电阻阻值;

[0012] 状态反馈模块,其连接在所述控制模块与开关阵列之间,用于根据所述开关阵列的状态产生相应的状态信号,并将所述状态信号反馈给所述控制模块,以供所述控制模块判断所述开关阵列工作状态是否正常。

[0013] 根据本发明的一个实施例,所述装置包括若干电阻输出通道,每一所述电阻输出通道包括通道开关和若干串联的开关电阻对,所述开关电阻对与所述通道开关串联,其中

所述开关电阻对包括并联的开关单元和电阻。

[0014] 根据本发明的一个实施例,所述开关单元包括至少含有 2 对触点的继电器,其中第一对触点中的一个触点与相应的电阻的一端连接,另一个触点与所述相应的电阻的另一端连接,第二对触点中的一个触点与所述状态反馈模块连接,另一个触点与第一低压电源的正极连接。

[0015] 根据本发明的一个实施例,所述状态反馈模块包括光耦合器,其中,所述光耦合器包括发光二极管和光敏三极管,所述发光二极管的正极作为所述光耦合器的输入端与所述第二对触点中的一个触点连接,所述发光二极管的负极与所述第一低压电源的负极连接,所述光敏三极管的发射极作为所述光耦合器的输出端与所述控制模块连接,同时所述发射极还通过一串联电阻与第二低压电源的负极连接,所述光敏三极管的集电极与所述第二低压电源的正极连接。

[0016] 根据本发明的一个实施例,所述发光二极管的正极与负极之间并联有稳压管,所述稳压管的正极与所述发光二极管的负极连接,所述稳压管的负极与所述发光二极管的正极连接。

[0017] 根据本发明的一个实施例,所述装置还包括开关阵列驱动模块,其电连接于所述控制模块和开关阵列之间,用于对接收到的所述控制信号进行处理,以增强所述控制信号的驱动能力。

[0018] 根据本发明的一个实施例,所述开关阵列驱动模块包括电压转换单元和 / 或电流转换单元。

[0019] 根据本发明的一个实施例,所述装置还包括数据通信模块,其与所述控制模块连接,用于将接收到的所述电阻输出指令进行转换后传输到所述控制模块。

[0020] 本发明还提供了一种采用如上所述装置进行电阻输出的方法,所述方法包括以下步骤:

[0021] 根据电阻输出指令产生并输出相应的控制信号;

[0022] 根据所述控制信号短路或导通相应的电阻,并产生相应的状态信号;

[0023] 收集所述状态信号,比较所述状态信号与控制信号,根据比较结果判断所述装置工作状态是否正常。

[0024] 根据本发明的一个实施例,所述方法还包括以下步骤:

[0025] 如果所述装置工作状态存在异常,产生并输出故障状态信号,同时输出隔离信号,以隔离存在故障的电阻网络。

[0026] 本发明提供的可编程电阻输出装置结构简单、控制方便,通过增加状态反馈模块使得该装置具有状态反馈功能,能够实现对各个电阻输出通道的实际状态的实时监控,从而保证了整个装置的可靠性。

[0027] 本发明提供的装置还能够通过数据通信模块来实现以太网接口,这样不仅提供了状态反馈路径,更实现了一种不需要中继或载体的远程控制方式,所以本装置在与上位机进行通信时,相比与现有的方案,不需要额外配备总线控制器,简化了装置的结构,降低了装置的成本。

[0028] 同时,本发明提供的可编程电阻输出方法流程简单、方便可用,能够实时监控各个电阻输出通道的状态,保证了各个电阻输出通道的可靠性。

[0029] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要的附图做简单的介绍:

[0031] 图 1 是现有可编程电阻输出装置的结构图;

[0032] 图 2 是根据本发明的可编程电阻输出装置一个实施例的结构图;

[0033] 图 3 是根据本发明的电阻输出通道一个实施例的原理图;

[0034] 图 4 是根据本发明的状态反馈电路一个实施例的原理图;

[0035] 图 5 是根据本发明的可编程电阻输出装置的一个实施例的工作流程图。

具体实施方式

[0036] 以下将结合附图及实施例来详细说明本发明的实施方式,借此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题,并达成技术效果的实现过程能充分理解并据以实施。需要说明的是,只要不构成冲突,本发明中的各个实施例以及各实施例中的各个特征可以相互结合,所形成的技术方案均在本发明的保护范围之内。

[0037] 图 2 示出了一种可编程电阻输出装置的结构图。

[0038] 如图 2 所示,本实施例中,可编程电阻输出装置包括电阻网络 201、控制模块 202、开关阵列 203 和状态反馈模块 204。其中,控制模块 202 用于根据电阻输出指令产生并输出相应的控制信号,以控制输出电阻的阻值。本实施例中,电阻输出指令由相关的上位机发出,该上位机可以为安装有相应控制软件的个人计算机,但本发明不限于此。

[0039] 开关阵列 203 电连接于电阻网络 201 和控制模块 202 之间,其包括若干开关单元,各个开关单元与电阻网络中的相应的电阻并联,用于在控制信号的作用下闭合或断开,以短路或导通相应的电阻,从而控制电阻网络输出相应电阻阻值。

[0040] 本实施例中,可编程电阻输出装置包括若干个电阻输出通道,各个电阻输出通道的电路结构相同,以下以一个电阻输出通道为例来对本发明的原理、目的以及优点作进一步地阐述。

[0041] 图 3 示出了本实施例中可编程电阻输出装置中一个电阻输出通道的电路原理图。

[0042] 如图 3 所示,电阻输出通道包括通道开关 301 和若干串联的开关电阻对 302,开关电阻对 302 与通道开关 301 串联,其中,开关电阻对包括并联的开关单元 303 和电阻 304。

[0043] 本实施例中,通道开关 301 采用常闭继电器,开关电阻对 302 与继电器的触点串联。当电路正常工作时,控制模块 202 根据电阻输出指令产生并输出相应的控制信号控制通道开关 301 处于闭合状态。而当该电阻输出通道发生故障时,控制模块 202 根据电阻输出指令产生并输出相应的控制信号控制通道开关 301 处于断开状态,以隔离该发生故障的电阻输出通道,从而保护外部用电设备。

[0044] 电阻输出通道中电阻的选择遵循一定的编码原则,其一般采用 8421 形式的十进制编码。本实施例中,电阻输出通道的电阻网络由 12 种不同阻值的电阻串联构成,如果

该电阻输出通道的分辨率为 $1\ \Omega$ ，则可以选择 $1\ \Omega$ 、 $2\ \Omega$ 、 $4\ \Omega$ 、 $8\ \Omega$ 、 $10\ \Omega$ 、 $20\ \Omega$ 、 $40\ \Omega$ 、 $80\ \Omega$ 、 $100\ \Omega$ 、 $200\ \Omega$ 、 $400\ \Omega$ 和 $800\ \Omega$ 这 12 种阻值的电阻，但本发明不限于此。如果该电阻输出通道需要输出 $999\ \Omega$ 的电阻信号，则通过控制相应的开关单元 303 闭合，分别短路 $2\ \Omega$ 、 $4\ \Omega$ 、 $20\ \Omega$ 、 $40\ \Omega$ 、 $200\ \Omega$ 和 $400\ \Omega$ 电阻，而导通 $1\ \Omega$ 、 $8\ \Omega$ 、 $10\ \Omega$ 、 $80\ \Omega$ 、 $100\ \Omega$ 、和 $800\ \Omega$ 电阻即可。

[0045] 需要说明的是，因为上述电阻的某些电阻阻值为非标准电阻阻值，而非标准电阻不易采购且价格较贵，所以对于非标准电阻，可以采用标准电阻通过串联、并联等方式来获得需要的电阻阻值。

[0046] 再次如图 2 所示，为了克服现有技术中对可编程电阻输出装置进行远程控制时，因必须依赖其他设备而造成结构和控制方式复杂、设备成本昂贵的缺点，本发明提供的可编程电阻输出装置还可以包括数据通信模块 205。

[0047] 数据通信模块 205 能够接收上位机发出的电阻输出指令，并将该指令进行转换后传输给控制模块 202，控制模块 202 根据电阻输出指令产生并输出相应的控制信号，以控制开关阵列 203 短路或导通电阻网络 201 中相应的电阻，从而使得可编程电阻输出装置能够输出相应的电阻阻值。通过数据通信模块 205，本发明提供的可编程电阻输出装置实现了一种不需要中继及或载体的远程控制方式其结构简单，能够不依赖于其它设备，从而简化整个装置的复杂度，有利于提高工作效率、减少人力和物力的投入。

[0048] 本实施例中，数据通信模块 205 包括以太网接口电路，该以太网接口电路包括连接器接口防护电路、以太网 PHY 芯片、晶振等，用于为可编程电阻输出装置提供以太网的物理层接口，该接口电路还具有 10/100M 自适应功能。需要说明的是，在本发明的其他实施例中，数据通信模块 205 还可以包括其它合理的接口电路，以实现控制模块 202 与上位机的数据通信，本发明不限于此。

[0049] 本实施例中，控制模块 202 包括现场可编程门阵列 (Field-Programmable Gate Array, 简称为 FPGA) 芯片、存储器电路、时钟电路等，在 FPGA 芯片内部实现以太网的数据链路层，并通过相应的软件实现以太网通信功能。FPGA 芯片作为控制模块 202 的控制核心，其能够利用自身内部的逻辑资源构建处理器，实现以太网通信、内存管理、故障处理分析等功能。同时利用丰富的输入输出管脚资源，FPGA 芯片能够实现多达数十个开关单元或通道开关的控制以及状态反馈。采用 FPGA 芯片避免了采用独立的处理器实现通信和处理分析功能、采用独立的 FGPA 实现输入输出管脚扩展的传统开发模式，而是将二者的功能合二为一，不仅减少了所占用的 PCB 单板空间，使得在有限的 PCB 单板空间内实现更多路数的电阻输出通道，还能够有效减低物料成本。

[0050] 如图 2 所示，为了使得控制模块 202 能够负载多个电阻输出通道，本发明提供的可编程电阻输出装置还可以包括开关阵列驱动模块 206，其电连接于控制模块 202 和开关阵列 203 之间，用于对接收到的控制模块 202 发出的控制信号进行处理，以增强控制信号的驱动能力。

[0051] 本实施例中，开关阵列驱动模块 206 包括电压转换单元 206a 和电流转换单元 206b，电压转换单元 206a 与控制模块 202 连接，电流转换单元 206b 电连接于电压转换单元 206a 和开关阵列 203 之间。

[0052] 电压转换单元 206a 包括电压转换芯片和阻容元件，本实施例中，控制模块 202 输出的控制信号为 LVCOMS 电平信号，电压转换单元 206a 能够将 LVCOMS 电平信号转换为 TTL

电平信号,以满足开关阵列中各个开关单元的电压要求。同时电压转换单元 206a 还能够实现控制模块 202 与开关阵列 203 的电路隔离,提高了整个装置的可靠性。需要说明的是,在本发明的其他实施例中,电压转换单元 206a 还可以将控制模块 202 输出的控制信号转换为其它形式的电平信号,本发明不限于此。

[0053] 电流转换单元 206b 包括三极管或达灵顿管,以及阻容元件。因为控制模块 202 输出的控制信号的电流较小,电流转换单元 206b 能够将控制信号的电流进行放大,提高了电流推动能力,以满足开关阵列的工作电流要求。

[0054] 现有的可编程电阻装置不具备状态反馈功能,用户无法监控电阻输出通道的实际状态,为了克服该缺陷,本发明提供的可编程电阻输出装置包含了状态反馈模块 204。如图 2 所示,状态反馈模块 204 电连接于开关阵列 203 和控制模块 202 之间,用于根据开关阵列 203 的状态产生相应的状态信号,并将该状态信号反馈给控制模块 202。

[0055] 控制模块 202 通过状态反馈模块 204 反馈的表征开关阵列 203 状态的状态信号判断开关阵列 203 是否存在故障。如果存在故障,则产生相应的故障信号,并将该故障信号通过数据通信模块 205 反馈到上位机,以通知用户采取进一步补救措施。控制模块 202 还能够通过发出隔离信号控制发生故障的电阻输出通道中的通道开关断开,从而实现故障通道的隔离,避免因电阻输出通道阻滞的变化给外部设备造成损害,提高了装置的可靠性。

[0056] 对于每一个开关单元和通道开关,状态反馈模块 204 都需要对其状态进行反馈,各个开关单元和通带开关的状态反馈电路结构相同,所以为了更加简便与清楚地阐述状态反馈模块 204 的工作原理、目的以及优点,以下以某一开关单元的状态反馈电路为例进行说明。

[0057] 图 4 示出了本实施中状态反馈模块 204 的电路图,其中该电路图中还包含了电阻网络 201 和开关阵列 203 的部分电路。

[0058] 如图 4 所示,本实施例中,开关单元采用继电器 401,继电器 401 的线圈的一端与控制模块 202 连接,线圈的另一端与控制模块 202 的电源地连接。继电器 401 包括至少 2 对触点,其中第一对触点 K1 中的一个触点与电阻网络中相应的电阻 R402 的一端连接,另一个触点与电阻 R402 的另一端连接,第二对触点 K2 中的一个触点与状态反馈模块 204 的输入端连接,另一个触点通过一串接电阻 R403 与第一低压电源的正极连接。

[0059] 该开关单元的状态反馈电路包括光耦合器 404(Optical Coupler, 简称为 OC)、稳压管 D405 和电阻 R406。其中光耦合器 404 包括发光二极管和光敏三极管,发光二极管的正极作为光耦合器 404 的输入端与继电器 401 中第二对触点 K2 中的一个触点连接,发光二极管的负极与第一低压电源的负极连接,光敏三极管的发射极作为光耦合器 404 的输出端与控制模块 202 连接,同时发射极还通过一串接电阻 R406 与第二低压电源的负极连接,光敏三极管的集电极与第二低压电源的正极连接。

[0060] 需要说明的是,第一电压电源的输出电压根据光耦合器 404 的工作电压选取,而第二电压电源的输出电压根据控制模块 202 的相应端口的电压要求选取。本实施例中,第二低压电源为 3.3V 电源,但本发明不限于此。

[0061] 在电阻输出通道工作的过程中,当需要短路电阻 R402 时,控制模块 202 输出相应的控制信号使得继电器 401 的线圈流过工作电流,从而使得继电器 401 的第一对触点 K1 和第二对触点 K2 均闭合。第一对触点 K1 闭合使得电阻 R402 短路,第二对触点 K2 闭合使得光

耦合器 404 的输入端与第一低压电源正极之间的连接导通,进而使得光敏三极管导通。光敏三极管导通能够使得光耦合器 404 的输出端与第二低压电源正极之间的连接导通,反馈电路向控制模块 202 反馈表征继电器处于导通状态的高电平状态信号。

[0062] 当需要导通电阻 R402 时,控制模块 202 输出相应的控制信号,使得继电器 401 的线圈中没有电流流过,从而使得继电器 401 的第一对触点 K1 和第二对触点 K2 均断开。第一对触点 K1 断开使得电阻 R402 导通,第二对触点 K2 断开使得光耦合器 404 的输入端与第一低压电源正极之间的连接断开,光耦合器 404 无电压输入,进而使得光敏三极管断开,光耦合器 404 向控制模块 202 反馈表征继电器 401 处于断开状态的低电平状态信号。

[0063] 控制模块 202 判断输出的控制信号和接收到的状态信号是否匹配。如果匹配,则表明继电器工作正常;如果不匹配,则表明继电器工作异常,控制模块 202 产生相应的隔离信号,以使该故障继电器所处的电阻输出通道上的通道开关断开,达到隔离该故障电阻输出通道的作用,避免因通道输出的电阻阻值变化而给电阻输出装置的外部设备造成损害。控制模块 202 还能够通过数据通信模块 205 向上位机反馈故障信号,以供用户实时监控电阻输出通道的实际状态。

[0064] 需要说明的是,通道开关的状态反馈原理与上述开关单元的状态反馈原理相同,在此不在赘述。

[0065] 本发明还提供了一种使用上述可编程电阻输出装置进行电阻输出的方法,图 5 示出了该方法的流程图。

[0066] 如图 5 所示,首先在步骤 S501 中进行初始化,并在初始化完成后于步骤 S502 中判断是否接收到上位机发出的电阻输出指令。本实施例中,上位机可以为安装有相应控制软件的个人计算机,其与可编程电阻输出装置之间采用以太网连接,但本发明不限于此。

[0067] 如果没有接收到上位机发出的电阻输出指令,则继续执行步骤 S502 直至接收到该电阻输出指令。如果在步骤 S501 中接收到了电阻输出指令,则在步骤 S503 中读取该指令,并在步骤 S504 中判断读取到的电阻输出指令是否合法。如果不合法,则表示本次接收到的电阻输出指令为错误指令,此时返回步骤 S501 以继续监测上位机发出的电阻输出指令;如果合法,则执行步骤 S505,对读取到的电阻输出指令进行解析。

[0068] 在步骤 S506 中,根据解析后的电阻输出指令产生并输出相应的控制信号。在步骤 S507 中根据控制信号相应地短路或导通通道开关以及开关阵列中的开关单元,从而相应地断开或导通通道开关,以及短路或导通开关单元对应的电阻,同时还会产生对应于导通开关和开关单元通断状态的状态信号。

[0069] 随后在步骤 S508 中读取状态反馈模块反馈的状态信号,并在步骤 S509 中判断输出的控制信号和接收的状态信号是否匹配,以判断通道开关或开关单元是否正常。

[0070] 如果输出的控制信号与接收的状态信号匹配,则表明通道开关或开关单元正常工作,此时返回步骤 S501 以等待下一次电阻输出指令;如果不匹配,则表明通道开关或开关单元存在异常,控制模块在步骤 S510 中对异常原因进行分析,并根据分析结果产生相应的隔离信号,隔离存在故障的电阻输出通道,同时还通过数据通信模块向上位机发送故障信号,以反馈故障状态,随后返回步骤 S501 以等待下一次电阻输出指令。

[0071] 本方法流程简单、方便可用,能够实时监控各个电阻输出通道的状态,保证了各个电阻输出通道的可靠性。

[0072] 虽然本发明所揭露的实施方式如上,但所述的内容只是为了便于理解本发明而采用的实施方式,并非用以限定本发明。任何本发明所属技术领域内的技术人员,在不脱离本发明所揭露的精神和范围的前提下,可以在实施的形式上及细节上作任何的修改与变化,但本发明的专利保护范围,仍须以所附的权利要求书所界定的范围为准。

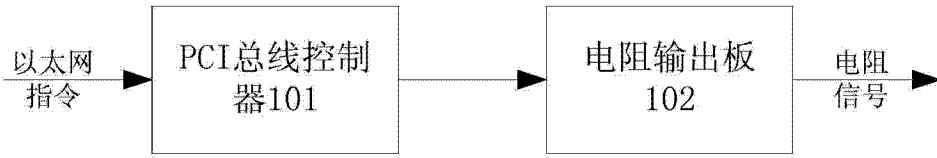


图 1

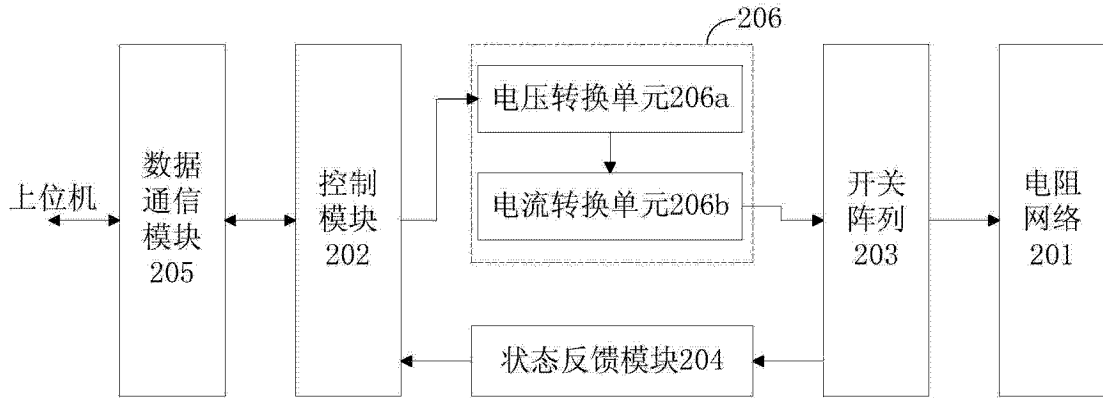


图 2

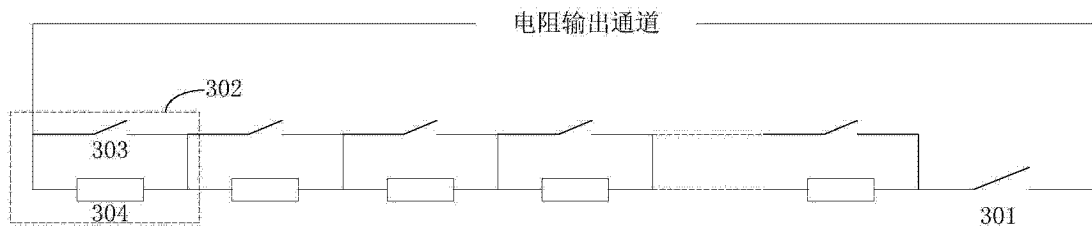


图 3

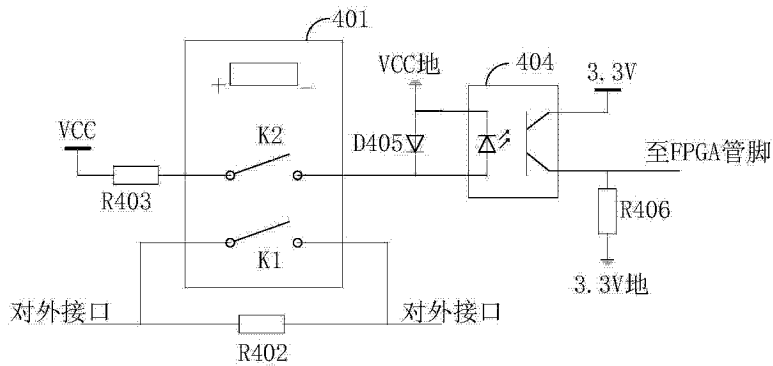


图 4

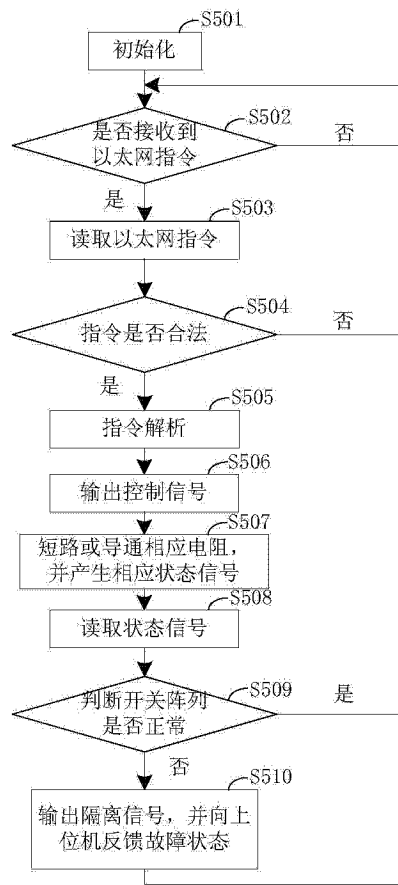


图 5