

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202512161 U

(45) 授权公告日 2012. 10. 31

(21) 申请号 201120470638. 3

(22) 申请日 2011. 11. 09

(73) 专利权人 河南电力试验研究院

地址 453002 河南省郑州市嵩山南路 85 号

(72) 发明人 寇晓遁 李军浩 闫东

(74) 专利代理机构 郑州联科专利事务所（普通  
合伙）41104

代理人 刘建芳

(51) Int. Cl.

G01R 19/165(2006. 01)

G01R 19/17(2006. 01)

G01R 15/06(2006. 01)

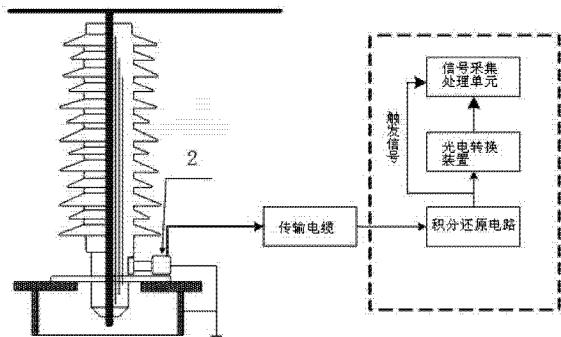
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

基于罗氏线圈的超高压电网过电压监测系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种基于罗氏线圈的超高压电网过电压监测系统，包括 A 相、B 相、C 相罗氏线圈、A 相、B 相、C 相积分还原电路、A 相、B 相、C 相光电转换装置、信号采集处理单元，所述的 A 相、B 相、C 相罗氏线圈分别用来测量三相变压器套管末屏接地回路的脉冲电流，其信号输出端通过传输电缆分别与 A 相、B 相、C 相积分还原电路的信号输入端连接，A 相、B 相、C 相积分还原电路的信号输出端分别与 A 相、B 相、C 相光电转换装置的信号输入端连接，A 相、B 相、C 相光电转换装置的信号输出端均与信号采集处理单元的采集信号输入端连接。本实用新型可实现在过电压发生时能完整准确地记录下故障电压的实际变化过程，为运行人员分析事故原因提供可靠的依据。



1. 一种基于罗氏线圈的超高压电网过电压监测系统，其特征在于：包括 A 相、B 相、C 相罗氏线圈、A 相、B 相、C 相积分还原电路、A 相、B 相、C 相光电转换装置、信号采集处理单元，所述的 A 相、B 相、C 相罗氏线圈分别用来测量三相变压器套管末屏接地回路的脉冲电流，A 相、B 相、C 相罗氏线圈的信号输出端通过传输电缆分别与 A 相、B 相、C 相积分还原电路的信号输入端连接，A 相、B 相、C 相积分还原电路的信号输出端分别与 A 相、B 相、C 相光电转换装置的信号输入端连接，A 相、B 相、C 相光电转换装置的信号输出端均与信号采集处理单元的采集信号输入端连接。

2. 根据权利要求 1 所述的基于罗氏线圈的超高压电网过电压监测系统，其特征在于：所述的 A 相、B 相、C 相罗氏线圈为单罗氏线圈，单罗氏线圈采用自积分方式。

3. 根据权利要求 2 所述的基于罗氏线圈的超高压电网过电压监测系统，其特征在于：所述的 A 相、B 相、C 相罗氏线圈外部套设有与变压器套管末屏相配合的外壳，A 相、B 相、C 相的信号引出端子穿过外壳引出。

4. 根据权利要求 3 所述的基于罗氏线圈的超高压电网过电压监测系统，其特征在于：所述的 A 相、B 相、C 相积分还原电路均为三阶积分电路，三阶积分电路包括第一电阻至第五电阻、第一积分电容至第三积分电容，其中第一电阻串联第一积分电容构成第一支路，第二电阻串联第二积分电容构成第二支路，第三电阻串联第三积分电容构成第三支路，第三支路、第二支路、第一支路构成并联电路，第三支路的两端为三阶积分电路的输入端；第四电阻串联第五电阻构成第四支路，其中第五电阻的另一端连接第三电阻和第三积分电容的串联接点，第四电阻的另一端和第一积分电容的另一端为三阶积分电路的输出端。

5. 根据权利要求 1 至 4 任一所述的基于罗氏线圈的超高压电网过电压监测系统，其特征在于：还包括有三相触发电路，所述的三相触发电路包括 A 相触发电路、B 相触发电路、C 相触发电路和检波器，A 相触发电路包括第一电容和 A 相隔直电容，第一电容第一端连接 A 相积分还原电路的第一积分电容，第二端接地，A 相隔直电容第一端连接第一电容的第一端；B 相触发电路包括第二电容和 B 相隔直电容，第二电容第一端连接 B 相积分还原电路的第一积分电容，第二端接地，B 相隔直电容第一端连接第二电容的第一端；C 相触发电路包括第三电容和 C 相隔直电容，第三电容第一端连接 C 相积分还原电路的第一积分电容，第二端接地，C 相隔直电容第一端连接第三电容的第一端；A 相隔直电容第二端、B 相隔直电容第二端、C 相隔直电容第二端与检波器的信号输入端连接，检波器的信号输出端与信号采集处理单元的触发信号输入端连接。

6. 根据权利要求 5 所述的基于罗氏线圈的超高压电网过电压监测系统，其特征在于：所述的信号采集处理单元包括采集卡和工控机，采集卡的信号输出端与工控机的信号输入端连接。

## 基于罗氏线圈的超高压电网过电压监测系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电网过电压监测系统，尤其涉及一种基于罗氏线圈的超高压电网过电压监测系统。

### 背景技术

[0002] 目前，在高电压等级电力系统的运行过程中，发电机、变压器、断路器、GIS 等电力设备除了需要承受较高的工作电压外，还会承受由于雷击、故障、谐振或操作等原因引起的系统过电压，严重危害着电力设备的绝缘；可能会造成设备损坏，引起系统停电，造成损失，从而影响电力系统的安全稳定运行，对电力系统的危害极大。因此系统过电压不仅直接决定了设备的绝缘水平，而且还关系到电网的安全可靠运行。尽管系统中安装了大量故障录波装置，但是由于过电压往往幅值高、陡度大、持续时间很短，而故障录波器的扫描频率最大值只有 10kHz，每十微秒才有一个数据扫描点，这样宽泛的扫描点是不能记录暂态电压波形的；另外，故障录波器的电压信号通常取自电压互感器，电压互感器由于频响特性的限制而不能准确捕捉过电压发生过程，使得准确分析判断过电压产生的原因变得十分困难。

[0003] 国内外对电网过电压展开了大量的研究，其发展速度较快，取得了不少过电压研究成果，例如实验室模拟研究、计算机仿真研究、在线监测等，但是都具有相应的不足：实验室模拟研究的方法由于实验室较实际运行情况简单得多，考虑的因素也比较单一，因此其结果往往无法代表真实现场的情况，具有很大的局限性；计算机仿真研究的方法一定程度上弥补了实验室物理模拟研究的一些缺陷，但该方法无法全面的模拟实际真实的过电压情况，其仿真计算结果只能作为参考；过电压在线监测装置主要在 35kV 及以下配电网中广泛应用，通常这些过电压在线监测系统较多的采用电阻分压器或电容分压器作为过电压信号获取设备。高电压等级电网中，由于分压器缺乏实际制造经验和长期运行考核，还需要考虑分压器长期并联于系统时的发热问题。同时，在系统中安装分压器，额外增加了系统中一次设备投入，对系统的运行来说，既不经济，也不安全，所以较少采用。还有光学方法测量过电压，这种光纤电压传感器的温度特性较差，测量精度受温度的影响大，这也制约了其在电力系统中的应用。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种基于罗氏线圈的超高压电网过电压监测系统，能够完整准确地记录下故障电压的实际变化过程，从而能够使监测人员有针对性地采取防范措施。

[0005] 本发明采用下述技术方案：一种基于罗氏线圈的超高压电网过电压监测系统，包括 A 相、B 相、C 相罗氏线圈、A 相、B 相、C 相积分还原电路、A 相、B 相、C 相光电转换装置、信号采集处理单元，所述的 A 相、B 相、C 相罗氏线圈分别用来测量三相变压器套管末屏接地回路的脉冲电流，A 相、B 相、C 相罗氏线圈的信号输出端通过传输电缆分别与 A 相、B 相、C 相积分还原电路的信号输入端连接，A 相、B 相、C 相积分还原电路的信号输出端分别与 A 相、B 相、C 相光电转换装置的信号输入端连接，A 相、B 相、C 相光电转换装置的信号输出端

均与信号采集处理单元的采集信号输入端连接。

[0006] 所述的 A 相、B 相、C 相罗氏线圈为单罗氏线圈，单罗氏线圈采用自积分方式。

[0007] 所述的 A 相、B 相、C 相罗氏线圈外部套设有与变压器套管末屏相配合的外壳，A 相、B 相、C 相的信号引出端子穿过外壳引出。

[0008] 所述的 A 相、B 相、C 相积分还原电路均为三阶积分电路，三阶积分电路包括第一电阻至第五电阻、第一积分电容至第三积分电容，其中第一电阻串联第一积分电容构成第一支路，第二电阻串联第二积分电容构成第二支路，第三电阻串联第三积分电容构成第三支路，第三支路、第二支路、第一支路构成并联电路，第三支路的两端为三阶积分电路的输入端；第四电阻串联第五电阻构成第四支路，其中第五电阻的另一端连接第三电阻和第三积分电容的串联接点，第四电阻的另一端和第一积分电容的另一端为三阶积分电路的输出端。

[0009] 还包括有三相触发电路，所述的三相触发电路包括 A 相触发电路、B 相触发电路、C 相触发电路和检波器，A 相触发电路包括第一电容和 A 相隔直电容，第一电容第一端连接 A 相积分还原电路的第一积分电容，第二端接地，A 相隔直电容第一端连接第一电容的第一端；B 相触发电路包括第二电容和 B 相隔直电容，第二电容第一端连接 B 相积分还原电路的第一积分电容，第二端接地，B 相隔直电容第一端连接第二电容的第一端；C 相触发电路包括第三电容和 C 相隔直电容，第三电容第一端连接 C 相积分还原电路的第一积分电容，第二端接地，C 相隔直电容第一端连接第三电容的第一端；A 相隔直电容第二端、B 相隔直电容第二端、C 相隔直电容第二端与检波器的信号输入端连接，检波器的信号输出端与信号采集处理单元的触发信号输入端连接。

[0010] 所述的信号采集处理单元包括采集卡和工控机，采集卡的信号输出端与工控机的信号输入端连接。

[0011] 本发明通过罗氏线圈测量变压器套管末屏的电流来获取套管顶端的过电压信号，可实现在过电压发生时能完整准确地记录下故障电压的实际变化过程，记录保存过电压的波形和各种参数，为了解事故发生前后过电压的情况和发生过程中对电网电压的影响提供准确的资料，为运行人员分析事故原因提供可靠的依据；工控机还可以进行报警并记录自软件运行以来过电压发生的次数，提醒用户发生过电压的情况；同时通过对捕获波形的分析，进一步研究过电压出现的原因、发生的强度，出现的时间，波形的变化趋势以及其对电网运行设备的危害程度，从而能够使监测人员有针对性地采取防范措施，保证电网的安全可靠运行。

## 附图说明

[0012] 图 1 为本发明的系统原理框图；

[0013] 图 2 为本发明中罗氏线圈的结构示意图；

[0014] 图 3 为本发明中积分还原电路原理图；

[0015] 图 4 为本发明中触发电路原理图。

## 具体实施方式

[0016] 如图 1 所示，本实用新型一种基于罗氏线圈的超高压电网过电压监测系统，包括 A

相、B 相、C 相罗氏线圈、A 相、B 相、C 相积分还原电路、三相触发电路、A 相、B 相、C 相光电转换装置 (HCNR201)、信号采集处理单元, 所述的 A 相、B 相、C 相罗氏线圈用来测量三相变压器套管末屏接地回路的脉冲电流, A 相、B 相、C 相罗氏线圈的信号输出端通过传输电缆分别与 A 相、B 相、C 相积分还原电路的信号输入端连接, A 相、B 相、C 相积分还原电路的信号输出端分别与 A 相、B 相、C 相光电转换装置的信号输入端连接, A 相、B 相、C 相光电转换装置的信号输出端与信号采集处理单元的采集信号输入端连接; A 相、B 相、C 相积分还原电路的信号输出端还与三相触发电路的信号输入端连接, 三相触发电路的信号输入端与信号采集处理单元的触发信号输入端连接。信号采集处理单元包括采集卡和工控机, 其中采集卡采用凌华公司的 PCI-9812 采集卡, 采集卡将采集到的信号发送给工控机, 由工控机进行数据的处理、储存和回放。

[0017] 由于发生雷电和操作冲击时产生的电流频带有重合之处, 如果采用双线圈分别进行测量, 则后续数据处理会变得比较困难, 且变压器套管末屏接地处的空间较小, 所以 A 相、B 相、C 相罗氏线圈均采用单罗氏线圈同时测量雷电和操作冲击下的脉冲电流, 测量快速、可靠和准确。如图 2 所示, 单罗氏线圈 2 采用自积分方式, 单罗氏线圈 2 的骨架采用磁导率  $u_r = 8000$  的锰锌软磁铁氧化材料制作, 这使得绕制的线圈自感较大, 容易达到自积分的要求, 另外由于所测电流幅值在 2kA 以内, 也不会出现磁芯饱和等问题; 单罗氏线圈 2 外部套设有套管末屏相配合的外壳 3, 外壳 3 用来套设在变压器套管末屏上进行电流的测量, 接地铜皮 5 接地, 信号引出端子 4 穿过外壳 3 引出, 用于信号的传输。

[0018] 如图 3 所示, 所述的 A 相、B 相、C 相积分还原电路均为三阶积分电路, A 相三阶 积分电路包括第一电阻 R<sub>1</sub> 至第五电阻 R<sub>5</sub>、第一积分电容 C<sub>1</sub> 至第三积分电容 C<sub>3</sub>, 其中第一电阻 R<sub>1</sub> 串联第一积分电容 C<sub>1</sub> 构成第一支路, 第二电阻 R<sub>2</sub> 串联第二积分电容 C<sub>2</sub> 构成第二支路, 第三电阻 R<sub>3</sub> 串联第三积分电容 C<sub>3</sub> 构成第三支路, 第三支路、第二支路、第一支路构成并联电路, 第三支路的两端为三阶积分电路的输入端; 第四电阻 R<sub>4</sub> 串联第五电阻 R<sub>5</sub> 构成第四支路, 其中第五电阻 R<sub>5</sub> 的另一端连接第三电阻 R<sub>3</sub> 和第三积分电容 C<sub>3</sub> 的串联接点, 第四电阻 R<sub>4</sub> 的另一端和第一积分电容 C<sub>1</sub> 的另一端为三阶积分电路的输出端。B 相、C 相三阶积分电路与 A 相三阶积分电路的连接关系相同。该三阶积分电路既可以满足雷电冲击时大电流的输入, 同时在采用高精密元器件的情况下可以保证信号积分的精度。

[0019] 当电网出现过电压时, 由于三相的不对称性, 使得各相出现的过电压不一定相同, 为了准确记录发生过电压时各相的波形, 当任何一相出现过电压信号时, 三相触发电路都会产生触发信号, 以便数据采集卡进行数据采集。如图 4 所示, 所述的三相触发电路包括 A 相触发电路、B 相触发电路、C 相触发电路和检波器, A 相触发电路包括第一电容 C<sub>4</sub> 和 A 相隔直电容 C<sub>0</sub>, 第一电容 C<sub>4</sub> 第一端连接 A 相三阶积分电路的第一积分电容 C<sub>1</sub>, 第二端接地, A 相隔直电容 C<sub>0</sub> 第一端连接第一电容 C<sub>4</sub> 的第一端; B 相触发电路、C 相触发电路与 A 相触发电路结构相同, 其中 B 相触发电路中的第二电容 C<sub>5</sub> 第一端连接 B 相三阶积分电路的第一积分电容; C 相触发电路中的第三电容 C<sub>6</sub> 第一端连接 C 相三阶积分电路的第一积分电容; A 相隔直电容 C<sub>0</sub> 第二端、B 相隔直电容第二端、C 相隔直电容第二端与检波器的信号输入端连接, 检波器的信号输出端与信号采集处理单元的触发信号输入端连接。以 A 相触发电路为例进行说明: 第一分容电容 C<sub>1</sub> 和第一电容 C<sub>4</sub> 构成电容分压器, 给检波器提供输入信号, 其中 C<sub>4</sub> > > C<sub>1</sub>; 检波器根据 A 相三阶积分电路输出信号幅值大小来判断是否产生触发信号, 只有当 A

相三阶积分电路输出信号幅值超过一定阈值才会产生连续正脉冲触发信号,该信号与输入成对数关系,从而确保一定范围内的 A 相三阶积分电路的输出触发信号幅值保持稳定。该触发电路具有高频敏感、低频不敏感的特点。

[0020] 本实用新型采用 A 相、B 相、C 相罗氏线圈来测量流过三相变压器套管末屏接地回路的电流,由于变压器的套管末屏通常可以等效为一个接地的电容,这个电容的存在就为电网中的过电压提供了一个接地通道。如图 1 所示,A 相、B 相、C 相罗氏线圈通过传输电缆将输出信号分别输入到 A 相、B 相、C 相积分还原电路中进行处理,A 相、B 相、C 相积分还原电路能够准确的还原三相变压器套管高压端的电压信号,当三相触发电路的触发信号幅值大小满足触发条件时,三相触发电路发出触发信号给采集卡,则 A 相、B 相、C 相积分还原电路将套管高压端的电压信号分别通过 A 相、B 相、C 相光电转换装置送入采集卡,采集卡再将数据送入工控机进行数据保存与处理等。工控机对发生的滤波、校准以及基本参数的读取,并对过电压信号进行实时自动存储,并可随时回放已存储的过电压数据。当发生过电压时,除了能显示相应的过电压波形外,还可以进行报警并记录自软件运行以来过电压发生的次数,提醒用户发生过电压的情况。通过实验室对整个过电压监测系统进行的雷电和操作冲击测试,表明本实用新型可以准确监测雷电过电压信号,整体来说可以满足现场过电压在线监测的要求。

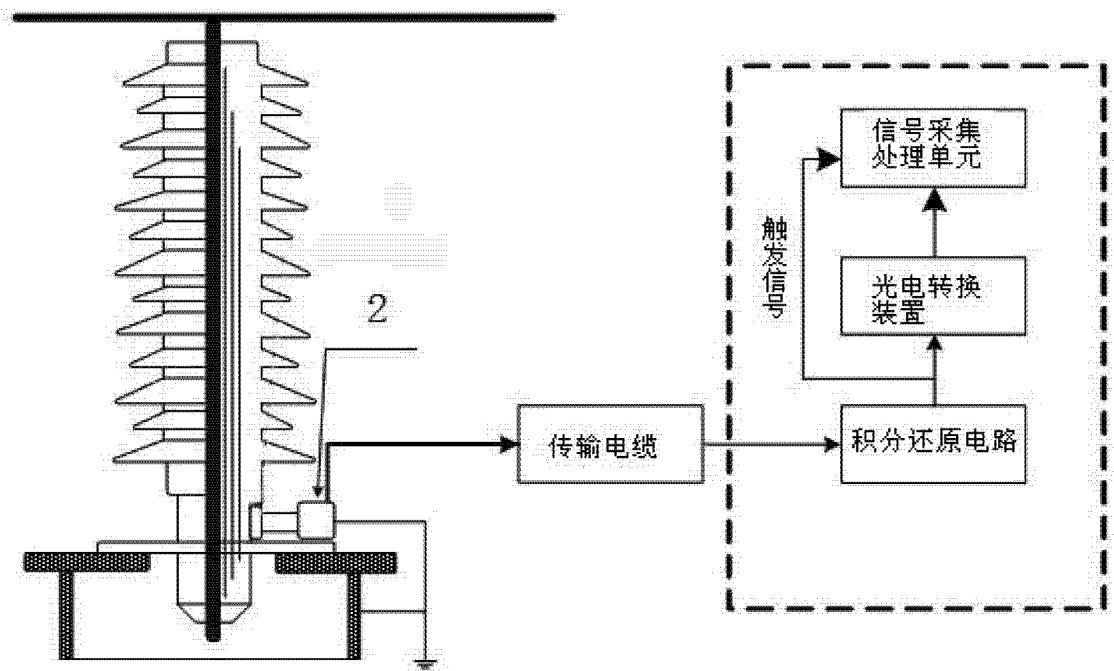


图 1

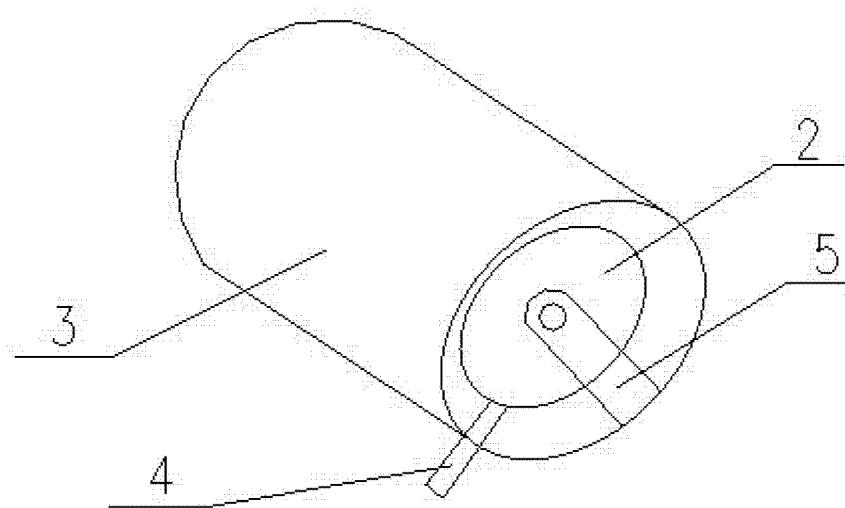


图 2

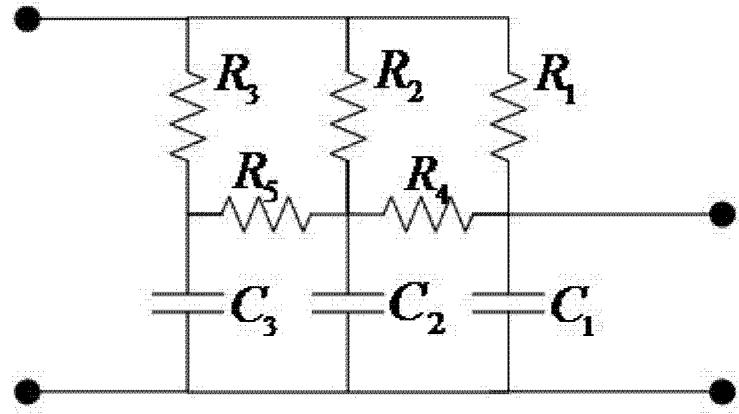


图 3

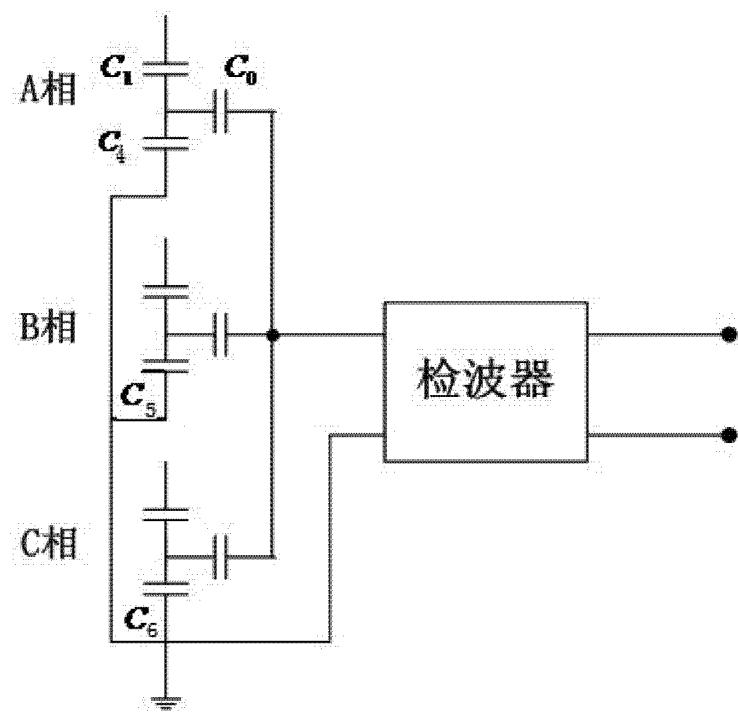


图 4