



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103487780 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201310407523. 3

(22) 申请日 2013. 09. 09

(73) 专利权人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

专利权人 中国电力科学研究院

天津市电力公司

(72) 发明人 张勤 叶国雄 郭克勤 刘彬  
黄华 童悦 刘翔 胡蓓 万罡  
冯翔翔 邬文亮 陈鹏 杨帆  
邓小聘 王焱 王晓周 代静  
汪英英 熊俊军 刘勇

(74) 专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51) Int. Cl.

G01R 35/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203502582 U, 2014. 03. 26,

JP H0879965 A, 1996. 03. 22,

CN 102043139 A, 2011. 05. 04,

CN 103257293 A, 2013. 08. 21,

CN 102087347 A, 2011. 06. 08,

审查员 贾晶晶

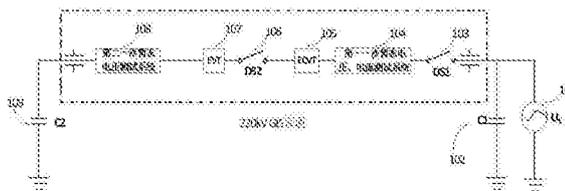
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种 GIS 电子互感器测试系统及其方法

(57) 摘要

一种基于隔离开关分合容性小电流的 GIS 电子式互感器的测试系统,包括连接一根 BSG 套管上的高压试验变压器,电容分压器,在另一根 BSG 套管上的负载电容,以及在两根所述套管之间的隔离开关,校准一次暂态测试系统和待测电子式互感器,二次转换器一端连接待测电子式互感器,另一端连接合并单元,合并单元的另一端连接故障录波器。测试隔离开关开合时的高压母线上的电压值和电流值,从而与待测电子互感器的输出作比对。通过该测试系统,可以模拟 110KV、220KV、500KV 电压等级在送电和断电过程中的电磁环境,模拟现场隔离开关开合空导线及容性小电流负荷过程,产生类似现场暂态强干扰,考核在该条件下电子式互感器的电磁防护性能。



1. 一种基于隔离开关分合容性小电流的 GIS 电子互感器测试系统,包括:

两根套管,在两根套管之间具有 GIS 管道,其中一根所述套管为电源套管,所述电源套管连接着彼此并联的高压试验变压器和用于保护电源的电容分压器,所述电容分压器用以降低因较高电源阻抗引起的谐振效应,另一根所述套管为负载套管,所述负载套管连接着负载电容,在靠近所述电源套管的 GIS 管道中具有第一隔离开关;

其特征在于:

在所述第一隔离开关和所述负载套管之间具有第一校准一次暂态测试系统、第一待测电子互感器、第二待测电子式电压互感器和第二校准一次暂态电压测试系统;

其中,所述第一待测电子互感器靠近所述第一隔离开关,所述第二待测电子式电压互感器靠近所述负载套管,第一待测电子互感器为电子式电流互感器,或者电子式电流电压组合互感器,

所述第一校准一次暂态测试系统在第一待测电子互感器的邻近设置,为对应于所述第一待测电子互感器的一次暂态电流测试系统、或者一次暂态电压和电流测试系统的组合,所述第二校准一次暂态电压测试系统在第二待测电子式电压互感器的邻近设置;

二次转换器一端连接待测的所述互感器,另一端连接合并单元,所述合并单元的另一端连接故障录波器,所述故障录波器用于连接合并单元的输出;

在所述第一待测电子互感器和所述第二待测电子式电压互感器之间还具有第二隔离开关;

所述第一和第二隔离开关的分合的容性小电流数值为  $0.1 \sim 0.8A$ ;

所述高压试验变压器的输出电流为  $2A$ ;所述第一和第二隔离开关配电动操动机构、交流  $220V$  操作电源。

2. 根据权利要求 1 所述的基于隔离开关分合容性小电流的 GIS 电子互感器测试系统,其特征在于:

所述 GIS 管道长短可调,所述电源套管的底部具有伸缩所述 GIS 管道用的滑轨,所述滑轨能够左右滑动。

3. 根据权利要求 2 所述的基于隔离开关分合容性小电流的 GIS 电子互感器测试系统,其特征在于:

所述 GIS 管道附近安装有汇空柜,所述二次转换器和所述合并单元都置于所述汇空柜内。

4. 根据权利要求 3 所述的基于隔离开关分合容性小电流的 GIS 电子互感器测试系统,其特征在于:

所述一次暂态电流测试系统包括一次暂态电流传感器,高速采集卡和测量上位机,所述一次暂态电压测试系统包括一次暂态电压传感器,高速采集卡和测量上位机,所述高速采集卡分别采集所述一次暂态电流传感器和所述一次暂态电压传感器的输出,并通过数据传输方式传输给测量上位机。

5. 根据权利要求 4 所述的基于隔离开关分合容性小电流的 GIS 电子互感器测试系统,其特征在于:

所述一次暂态电压传感器为手孔式电压传感器,所述手孔式电压传感器包括安装于 GIS 手孔内部的感应电极,手孔盖板和位于所述感应电极和所述手孔盖板之间绝缘薄膜,所

述感应电极和所述手孔盖板之间夹有一层所述绝缘薄膜构成分压器的低压臂电容,所述感应电极和高压母线之间构成高压臂电容,组成电容分压器,测量所述高压母线和 GIS 外壳之间的暂态过电压;

所述一次暂态电流传感器使用空心线圈,把所述空心线圈套在所述高压母线电流测量处测量;

在 GIS 的拔口安装有屏蔽箱,暂态测试系统的所述高速采集卡、触发系统、光纤控制系统及其电源置于所述屏蔽箱内。

6. 一种利用权利要求 3 或 4 所述的基于隔离开关分合容性小电流的 GIS 电子式互感器的测试系统进行测试的方法,其特征在于:

步骤 1: 搭建所述基于隔离开关的 GIS 式电子互感器测试系统;

步骤 2: 保证所述合并单元置于所述汇空柜内,所述合并单元正常带电运行,与所述故障录波仪通信正常;

步骤 3: 闭合所述第二隔离开关,所述第一隔离开关处于分闸状态,将所述高压试验变压器输出电压升至  $\frac{U_m}{\sqrt{3}}$ , 其中  $U_m$  为线路最高电压;

步骤 4: 闭合所述第一隔离开关,记录两个所述测试系统测试数据和二次故障录波数据;

步骤 5: 间隔 2 分钟后打开所述第一隔离开关,记录两个所述测试系统测试数据和二次故障录波数据;

步骤 6: 重复 4 至 5 步骤 9 次,共 10 次所述第一隔离开关合分操作。

7. 根据权利要求 6 所述的进行测试的方法,

其特征在于,还包括如下步骤:

步骤 7: 闭合所述第一隔离开关,所述第二隔离开关处于分闸状态,将所述高压试验变压器输出电压升至  $\frac{U_m}{\sqrt{3}}$ , 其中  $U_m$  为线路最高电压;

步骤 8: 闭合所述第二隔离开关,记录所述一次暂态测试系统测试数据和二次故障录波数据;

步骤 9: 间隔 2 分钟后打开所述第二隔离开关,记录所述一次暂态测试系统测试数据和二次故障录波数据;

步骤 10: 重复 8 至 9 步骤 9 次,共 10 次所述第二隔离开关合分操作,然后试验结束。

## 一种 GIS 电子互感器测试系统及其方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种 GIS 电子互感器的测试系统及其方法,具体的,涉及一种基于隔离开关分合容性小电流的 GIS 电子互感器测试系统及其测试方法。

### 背景技术

[0002] 随着智能电网的建设,在智能电网中广泛地使用了电子互感器。国家电网公司科技发展规划提出的“建设统一坚强智能电网”的战略目标,对电子互感器产品的质量和性能,产品运行的可靠性、稳定性和精确度提出了更高的要求。而其中电磁干扰是影响电子互感器可靠性和稳定性的一个重要因素。

[0003] 国内外目前对于电子互感器电磁兼容的检测认识还停留在现有标准的基础上,其试验项目和技术要求不能完全满足在高电压等级中运行的电子设备的实际需要。国内电子互感器的应用推广时间不长,其电磁兼容的问题暴露的还不十分显著,但由于电子互感器在电力系统的重要作用,重视电磁兼容问题就十分必要。

[0004] 从变电站常见的电磁干扰的类型、特性和其对电子互感器的干扰耦合路径可以看出,在变电站环境中,电子互感器容易受干扰的原因主要是由于其设备更接近一次回路,在开关操作、系统短路的条件下,通过直接传导和电磁场耦合更容易受到干扰,而其布置、合并单元及其供电模块也非常容易通过电磁辐射或地电位抬升的原因产生干扰。而这些干扰的强度远远超过目前电磁兼容标准规定的干扰水平,这也是目前电子互感器已通过了电磁兼容试验,在现场出现电磁防护故障的主要原因。为了彻底验证在现场条件下,电子互感器抗强干扰的能力,就必须采用与实际情况最接近的试验方法来验证。为此需研究并提出一种满足现场电磁防护要求的电磁兼容试验方法,以提高电子互感器的防护性能,降低电磁防护的故障率。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提出基于隔离开关分合容性小电流的 GIS 电子互感器测试系统,使得能够模拟系统受到的各种电磁辐射,进而提出一种满足现场电磁防护要求的电磁兼容试验方法,以提高电子互感器的防护性能,降低电磁防护的故障率。

[0006] 为达此目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 一种基于隔离开关分合容性小电流的 GIS 电子互感器测试系统,包括:包括两根套管,在两根套管之间具有 GIS 管道,其中一根所述套管为电源套管,所述电源套管连接着彼此并联的高压试验变压器和用于保护电源的电容分压器,所述电容分压器用以降低因较高电源阻抗引起的谐振效应,另一根所述套管为负载套管,所述负载套管连接着负载电容,在靠近所述电源套管的 GIS 管道中具有第一隔离开关;在所述第一隔离开关和所述负载套管之间具有第一校准一次暂态测试系统、第一待测电子互感器、第二待测电子式电压互感器和第二校准一次暂态电压测试系统;其中,所述第一待测电子互感器靠近所述第一隔离开关,所述第二待测电子式电压互感器靠近所述负载套管,第一待测电子互感器为电子式

电流互感器,或者电子式电流电压组合互感器,所述第一校准一次暂态测试系统在第一待测电子互感器的邻近设置,为对应于所述第一待测电子互感器的一次暂态电流测试系统、或者一次暂态电压和电流测试系统的组合,所述第二校准一次暂态电压测试系统在第二待测电子式电压互感器的邻近设置;二次转换器一端连接待测的所述互感器,另一端连接合并单元,所述合并单元的另一端连接故障录波器,所述故障录波器用于连接合并单元的输出。

[0008] 优选地,在所述第一待测电子互感器和所述第二待测电子式电压互感器之间还具有第二隔离开关。

[0009] 优选地,所述GIS管道长短可调,所述电源套管的底部具有伸缩所述GIS管道用的滑轨,所述滑轨能够左右滑动。

[0010] 优选地,所述第一和第二隔离开关的分合的容性小电流数值为0.1~0.8A。

[0011] 优选地,所述高压试验变压器的输出电流为2A;所述第一和第二隔离开关配电动操动机构、交流220V操作电源。

[0012] 优选地,所述GIS管道附近安装有汇空柜,所述二次转换器和所述合并单元都置于所述汇空柜内。

[0013] 优选地,所述一次暂态电流测试系统包括一次暂态电流传感器,所述一次暂态电压测试系统包括一次暂态电压传感器,高速采集卡和测量上位机,所述高速采集卡3分别采集所述一次暂态电流传感器和所述一次暂态电压传感器的输出,并通过数据传输方式传输给测量上位机。

[0014] 优选地,所述一次暂态电压传感器为手孔式电压传感器,所述手孔式电压传感器包括安装于GIS手孔内部的感应电极,手孔盖板和位于所述感应电极和所述手孔盖板之间绝缘薄膜,所述感应电极和所述手孔盖板之间夹有一层所述绝缘薄膜构成分压器的低压臂电容,所述感应电极和高压母线之间构成高压臂电容,组成电容分压器,测量所述高压母线和GIS外壳之间的暂态过电压;所述一次暂态电流传感器使用空心线圈,把所述空心线圈套在所述高压母线电流测量处测量;在GIS的拔口安装有屏蔽箱,所述测试系统的所述高速采集卡、触发系统、光纤控制系统及其电源置于所述屏蔽箱内。

[0015] 一种上述基于隔离开关分合容性小电流的GIS电子式互感器的测试系统进行测试的方法,包括如下步骤:

[0016] 步骤1:搭建所述基于隔离开关的GIS式电子互感器测试系统;

[0017] 步骤2:保证所述合并单元置于所述汇空柜内,所述合并单元正常带电运行,与所述故障录波仪通信正常;

[0018] 步骤3:闭合所述第二隔离开关,所述第一隔离开关处于分闸状态,将所述高压试验变压器输出电压升至 $\frac{U_m}{\sqrt{3}}$ ,其中 $U_m$ 为线路最高电压;

[0019] 步骤4:闭合所述第一隔离开关,记录两个所述测试系统测试数据和二次故障录波数据;

[0020] 步骤5:间隔2分钟后打开所述第一隔离开关DS1,记录两个所述测试系统测试数据和二次故障录波数据;

[0021] 步骤6:重复4至5步骤9次,共10次所述第一隔离开关合分操作。

[0022] 优选地,还包括如下步骤:

[0023] 步骤 7:闭合所述第一隔离开关,所述第二隔离开关处于分闸状态,将所述高压试验变压器输出电压升至  $\frac{U_m}{\sqrt{3}}$ ,其中  $U_m$  为线路最高电压;

[0024] 步骤 8:闭合所述第二隔离开关,记录所述一次暂态测试系统测试数据 101,104 和二次故障录波数据;

[0025] 步骤 9:间隔 2 分钟后打开所述第二隔离开关 DS2,记录所述一次暂态测试系统测试数据 101,104 和二次故障录波数据;

[0026] 步骤 10:重复 8 至 9 步骤 9 次,共 10 次所述第二隔离开关 DS2 合分操作,然后试验结束。

[0027] 因此,根据本发明的基于隔离开关分合容性小电流的 GIS 电子互感器测试系统,测试隔离开关开合时 GIS 管道中高压母线的电压值和电流值,从而与待测试品的输出作比对。这样,可以在试验室搭建 110KV、220KV、500KV 隔离开关分合容性小电流试验回路,同时将电子互感器串联接入试验回路,模拟现场隔离开关开合空导线及容性小电流负荷过程,产生类似现场暂态强干扰,考核在该条件下电子互感器的电磁防护性能。该试验平台可用于 110KV、220KV、500KV 电压等级在送电和断电过程中的电磁环境。

## 附图说明

[0028] 图 1 是基于本发明实施例的 220KV 的 GIS 管道安装尺寸图;

[0029] 图 2 是基于本发明实施例的 220KV 测试电路图;

[0030] 图 3 是基于本发明实施例的 220KV 测试布置图;

[0031] 图 4 是基于本发明实施例的手孔式电压传感器结构图;

[0032] 图 5 是基于本发明实施例的 GIS 管道一次暂态电压传感器安装结构图;

[0033] 图 6 是基于本发明实施例的 GIS 管道一次暂态电流传感器安装结构图;

[0034] 图中的附图标记所分别指代的为:

[0035] 101、第一校准一次暂态测试系统;102、第一待测电子互感器;103、第二待测电子式电压互感器;104、第二校准一次暂态电压测试系统;105、电源套管;106、负载套管;110、二次转换器;111、合并单元;112、故障录播仪;113、高速采集卡;114、测量上位机;201、高压母线;202、感应电极;203、绝缘薄膜;204、手孔盖板;205、手孔;206、GIS 壳体;301、屏蔽箱;302、蓄电池;303、逆变电源;1,为位置 1;2,为位置 2;3,为位置 3;4,为位置 4。

## 具体实施方式

[0036] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0037] 变电站电磁环境主要包括隔离开关和断路器操作、雷电和系统短路等几种情况下,在变电站内引起的强电磁干扰现象。

[0038] 对于在试验室内进行的雷电冲击试验作为考核电子互感器抗电磁干扰能力的试验方法,但是考虑到人工雷电冲击试验的能量及整个试验布置情况,在试验室内进行的雷

电冲击试验与真实的雷电沿变电站内避雷针放电的条件差别比较大,首先是人工条件下模拟的雷电流幅值、能量都明显弱于实际;其次是人工试验中,参试设备的布置与实际明显不符。因此人工雷电试验不能完全模拟现场实际,其试验效果不会太好。

[0039] 在试验室进行的人工接地试验也存在类似问题,其最大缺陷在于人工模拟的短路电流的条件与实际情况差别大,其幅值、持续时间等明显弱于实际情况,因此在人工接地试验条件下,对电子互感器抗干扰能力的考核也不充分。若在变电站进行 1:1 的真型人工接地试验则能提供比较好的试验条件,以提供对电子互感器的考核,但是此种试验的危险性大,对站内多数弱电设备都有强烈的干扰。试验可能会造成其它不必要的损失或留下隐患,从而对变电站日后正常运行有一定危害,因此在电力系统内极少进行类似的试验。

[0040] 因此,人工雷电冲击和人工接地试验都存在比较明显的缺陷。通过理论分析和实践经验,现场隔离开关的操作可以产生较强的电磁干扰,隔离开关干扰源的特点如下:

[0041] 1) 在一次回路产生过电压,幅值范围 1.0p. u. ~ 2.8p. u. ;

[0042] 2) 在一次回路产生高频脉冲电流,幅值范围在几千安;

[0043] 3) 一次电压电流频率范围宽,50Hz ~ 100MHz ;

[0044] 4) 骚扰持续时间长,200ms ~ 数秒;

[0045] 5) 电弧击穿 - 熄灭放电次数多,几百到上千次;

[0046] 6) 产生电磁辐射;

[0047] 7) 产生外壳电位升,幅值范围,几千伏到几十千伏。

[0048] 因此可知,隔离开关干扰源是一种高强度的干扰源,如果用于检验电子互感器的电磁兼容性试验,可最大限度考核电子互感器的电磁防护性能。隔离开关在分合电容器过程中,在一次试验回路将产生多次电弧击穿和熄灭暂态过程,此暂态过程将产生多次脉冲电流、暂态过电压及脉冲磁场,利用一次回路中的标准电压和标准电流传感器测量一次电压电流的数值并记录,同时记录被试电子互感器在经过合并单元后输出值,依据测量到的一次电压、电流波形数值与被试电子互感器的输出特性比对并观测电子互感器在整个试验过程中的工作状态,就可以来判别被试电子互感器的电磁抗干扰性能。

[0049] 实施例 1:

[0050] 在本实施例中,以 220KV 的 GIS 管道为例,介绍 GIS 电子互感器测试系统。参见附图 1-3,分别公开了根据本发明的 220KV 的 GIS 管道安装尺寸图,测试电路图和测试布置图。

[0051] GIS 电子互感器测试系统包括两根 BSG 套管,在两根 BSG 套管之间具有 GIS 管道,其中一根所述套管为电源套管 105,所述电源套管连接着彼此并联的高压试验变压器 U1 和用于保护电源的电容分压器 C1,所述电容分压器 C1 用以降低因较高电源阻抗引起的谐振效应,另一根所述套管为负载套管 106,所述负载套管连接着负载电容 C2,由于 GIS 式电子互感器全部属于电容量较小的电容分压原理的产品,因此需要增加负载电容 C2 以更好地模拟实际情况。具体的来说,负载电容 C2 有助于稳定母线充电电流,偏差在  $\pm 10\%$ 。在靠近所述电源套管的 GIS 管道中具有第一隔离开关 DS1,在第一隔离开关 DS1 和所述负载套管之间具有第一校准一次暂态测试系统 101、第一待测电子互感器 102、第二待测电子式电压互感器 103 和第二校准一次暂态电压测试系统 104。第一待测电子互感器 102 靠近所述第一隔离开关 DS1,第二待测电子式电压互感器 103 靠近所述负载套管,其中,第一待测电子互感器 102 为电子式电流互感器 ECT,或者电子式电流电压组合互感器 ECVT,设立第二待测

电子式电压互感器 EVT 是由于暂态电压受到距离隔离开关的距离的影响较大,因此在第一待测电子互感器与负载套管之间增设第二待测电子式电压互感器。二次转换器 110 一端连接待测电子互感器 102、103,另一端连接合并单元 111,合并单元 111 的另一端连接故障录波器 112,故障录波器 112 用于连接合并单元 111 的输出。

[0052] 所述第一校准一次暂态测试系统 101 在第一待测电子互感器 102 的邻近设置,为对应于第一待测电子互感器的一次暂态电流测试系统、或者一次暂态电压和电流测试系统的组合。所述第二校准一次暂态电压测试系统 104 在第二待测电子式电压互感器 103 的邻近设置,为对应于第二待测电子式电压互感器的一次暂态电压测试系统。

[0053] 应当知道,所述待测电子互感器在 GIS 管道中的位置中的具体位置并不固定,能够位于管道中的不同位置处,由此可以模拟在距离第一隔离开关 DS1 不同位置处的暂态电压或者电流。

[0054] 在此方案中,待测电子互感器 102、103 均位于负载侧,即位于第一隔离开关 DS1 和负载套管之间,只有离隔离开关距离的不同,因此,可以研究管道的长短对负载侧暂态电压和暂态电流的影响。

[0055] 因此,优选地,GIS 管道长短可调,所述电源套管 105 的底部具有伸缩所述 GIS 管道用的滑轨,可左右滑动,因此可以模拟不同的 GIS 管道,进而进一步有利于研究不同的 GIS 管道的长短对负载侧暂态电压和暂态电流的影响。

[0056] 同时,GIS 管道长短可调和伸缩用滑轨可以兼容不同制造单位的电子互感器的样品。

[0057] 优选地,为了研究负载侧和电源侧暂态电流和暂态电压的不同,在所述第一待测电子互感器和所述第二待测电子式电压互感器之间还具有辅助用的第二隔离开关 DS2,这样扩充了该电流的试验能力,因此,该试验电路可以完成以以下两种方式进行暂态参数的研究:

[0058] 方式 1:电源置于右侧,负载置于左侧,DS2 常闭,开合 DS1,两套暂态测试系统测试的数据都是负载侧(隔离开关与负载之间)的暂态电压波形,只有离隔离开关距离不同的区别,因此可以研究管道长短对负载侧暂态电压的影响。

[0059] 方式 2:电源置于右侧,负载置于左侧,DS1 常闭,开合 DS2,两套暂态测试系统测试的数据分别是负载侧(隔离开关与负载之间)和电源侧(隔离开关与电源之间)的暂态电压波形,因此可以研究负载侧和电源侧暂态电压的不同。

[0060] 其中,第一校准一次暂态测试系统和第二校准一次暂态电压测试系统,可以为常用的一次暂态电流电压测量系统,但优选地,可以为例如实施例 2 的一次暂态电流电压测量系统。

[0061] 如上所述,所述待测电子互感器在 GIS 管道中的位置并不固定,能够位于管道中的不同位置处,由此可以模拟在距离第一隔离开关 DS1 不同位置处的暂态电压或者电流。

[0062] 例如,在 220KV 中可以设置具体的待测电子互感器的和一次暂态测试系统的位置。参见附图 1-3,在图中,ES 表示接地开关,DS 表示隔离开关,EVT 表示电子式电压互感器试品,ECT 表示电子式电流互感器试品,ECVT 表示电子式电流电压组合互感器试品。该试验平台可同时在位置 2 处接入一台 EVT、在位置 3 处安装 ECT 或者 ECVT。在位置 1,位置 4 处分别放置一个一次暂态电压传感器,在位置 4 处放置一次暂态电流传感器。

[0063] 即,在所述第一隔离开关 DS1 和负载套管之间依次安装第一校准一次暂态电流、电压测试系统、第一待测电子式电流电压组合互感器、第二隔离开关、第二待测电子式电压互感器、第二校准一次暂态电压测试系统。

[0064] 对于本领域技术人员而言,在不同的电压等级中,在管道的不同位置设置待测电子互感器的和一次暂态测试系统,只要在靠近电源套管处设置待测电子式电流互感器,或者待测电子式电流电压组合互感器,在靠近负载套管增置待测电子式电压互感器,同时分别设置对应的校准一次暂态测试系统即可。

[0065] 优选地,高压试验变压器 101 的输出电流 2A ;GIS 式第一隔离开关 DS1 和第二隔离开关 DS2 配电动操动机构、交流 220V 操作电源。在实际测量中, GIS 管道就近安装了一个汇空柜,待测电子互感器的二次转换器 110 和合并单元 110 都置于汇空柜内,汇空柜电源为直流 220V,采用直流屏供电。

[0066] 根据隔离开关相关标准内容,在试验中,所述第一和第二隔离开关的分合的容性小电流数值为 0.1 ~ 0.8A (稳态),具体数值见表 1。实际负载电容不需要与计算结果精确一致,可以按照实际条件存在  $\pm 10\%$  的偏差。

[0067] 表 1 试验电容电流

[0068]

额定电压 / KV	72.5	126	252	363	550	800
电流 / A	0.1	0.1	0.25	0.5	0.5	0.8

[0069] 试验中由于高压变压器 101 内阻的原因,在合闸和分闸两种状态下,其稳态电压有变化,按 GB1985-2004 《高压交流隔离开关和接地开关》的要求其电源变化应  $\leq \pm 10\%$ 。

[0070] 试验中,被试电子互感器一次部分、二次连接及电子合并单元按实际使用条件进行完整装配连接,在试验过程电子互感器带电并按正常工况运行。

[0071] 实施例 2 :

[0072] 采用隔离开关分合容性小电流试验电子互感器的电磁兼容性,其基本原理是在产生强电磁干扰的条件下,测试电子互感器的电磁兼容性,因此强电磁干扰条件参数是试验的重要参数之一。隔离开关分合容性小电流过程的主要参数有 :电压,电流,电场,磁场,外壳电位升。其中电压和电流是最主要的参数,因此测量电压和电流是电子互感器在隔离开关分合容性小电流条件下的抗扰度试验的关键步骤。

[0073] 参见附图 3,以 220KV 为例,其中包括根据本发明实施例的第一校准一次暂态电流电压测试系统和第二校准一次暂态电压测试系统,其中,第一校准一次暂态电流电压测试系统 101 包括一次暂态电流传感器、一次暂态电压传感器、高速采集卡 113 和测量上位机 114,所述高速采集卡 113 分别采集一次暂态电流传感器和一次暂态电压传感器的输出,并通过数据传输方式,例如光电转换传输给测量上位机 114 进行后期数据处理。第二校准一次暂态电压测试系统 104 包括一次暂态电压传感器,高速采集卡 113 采集一次暂态电压传感器的输出,并通过数据传输方式,例如光电转换传输给测量上位机 114 进行后期数据处理。

[0074] 在实际使用中,可以通过激光供能,电池,太阳光供能的方式给高速采集卡 113 供电。测量上位机可以采用工业控制机、笔记本、PC 等任何可用的计算装置。

[0075] 即,测试系统包括对应的标准传感器,高速采集卡 113 采集标准传感器的输出,并通过数据传输方式,例如光电转换传输给测量上位机 114 进行后期数据处理。

[0076] 在实际测量中, GIS 管道就近安装了一个汇空柜,待测电子互感器的二次转换器、合并单元都置于汇空柜内。暂态测试系统的高速采集卡、电池供能模块置于 GIS 管道外壁的一个屏蔽盒内。笔记本上位机和故障录波仪置于人员操作间内。

[0077] 特别的,隔离开关操作的暂态电磁过程是一个极为复杂过程,具有频带宽(50Hz ~ 100MHz),持续时间长(数秒)的特点,对前置探头和测量系统的测量频带、抗干扰性能、记录数据的长度都有较高的要求,有关标准中对此要求用“专业测量”。

[0078] 因此,参见附图 4,公开了基于电容分压原理的 GIS 式所述校准一次暂态电压传感器的结构图,所述校准一次暂态电压传感器为手孔式电压传感器结构图。其包括安装于 GIS 手孔 205 内部的感应电极 202,手孔盖板 204 和位于感应电极和手孔盖板之间绝缘薄膜 203,其中绝缘薄膜可以为塑料薄膜。感应电极 202 和手孔盖板 204 之间夹有一层所述绝缘薄膜 203 构成分压器的低压臂电容,感应电极 202 和高压母线 201 之间构成分压器的高压臂电容,组成一个电容分压器,测量 GIS 内部高压母线和 GIS 外壳之间的暂态过电压。

[0079] 当具体安装时,参见图 5,示例性地公开了 GIS 管道一次暂态电压传感器安装结构图。在手孔 205 外部独立安装有屏蔽箱 301,所述测试系统的示波器型高速采集卡 113、触发系统(图中未示出)、光纤控制系统(图中未示出)及其电源置于屏蔽箱 301 内,屏蔽箱 301 直接安装于 GIS 的拔口上,以防止由于辐射电磁干扰和传导电磁干扰对测量系统的影响。所述电源包括蓄电池 302 和逆变电源 303。

[0080] GIS 式校准一次暂态电流传感器使用空心线圈,把空心线圈套在高压母线电流测量处测量。参见图 6 基于本发明实施例的 GIS 管道一次暂态电流传感器安装结构图,空心线圈输出到示波器型的高速采集卡 113 进行测量,同样地,在手孔外部独立安装有屏蔽箱 301,所述测试系统的示波器型高速采集卡 113、触发系统(图中未示出)、光纤控制系统(图中未示出)及其电源置于屏蔽箱 301 内,屏蔽箱 301 直接安装于 GIS 的拔口上,以防止由于辐射电磁干扰和传导电磁干扰对测量系统的影响。所述电源包括蓄电池 302 和逆变电源 303。

[0081] 应当知道,不同电压等级的校准一次暂态电压电流测试系统原理相同,根据已确定的电容传感器分压比和低压臂电容,可以确定高压臂电容。给定 GIS 结构尺寸、手孔直径、电极直径和厚度,通过选择手孔深度,可以获得需要的高压臂电容。借助电场仿真,可以计算多导体间的耦合电容,根据需要的高压臂电容值,确定 GIS 手孔的设计尺寸。

[0082] 实施例 3:

[0083] 本实施例公开了利用基于实施例 1、2 的 GIS 式电子互感器测试系统的测试方法。

[0084] 1、按照图 1-3 构建基于隔离开关的 GIS 式电子互感器测试系统;

[0085] 2、保证合并单元 111 置于汇空柜内,合并单元正常带电运行,与故障录波仪 112 通信正常;

[0086] 3、闭合第二隔离开关 DS2,第一隔离开关 DS1 处于分闸状态,将所述高压试验变压器输出电压升至  $\frac{U_m}{\sqrt{3}}$ ,其中  $U_m$  为线路最高电压;

[0087] 4、闭合所述第一隔离开关,记录所述一次暂态测试系统测试数据 101,104 和二次

故障录波数据；

[0088] 5、间隔 2 分钟后打开所述第一隔离开关 DS1，记录所述一次暂态测试系统测试数据 101,104 和二次故障录波数据；

[0089] 6、重复 4 至 5 步骤 9 次，共 10 次第一隔离开关合分操作；

[0090] 这样结束了第一部分试验。在该部分试验中，两套暂态电压测试系统测试的数据都是负载侧（隔离开关与负载之间）的暂态电压波形，只有离隔离开关距离不同的区别。

[0091] 进一步的，可以常闭第一隔离开关 DS1，开合 DS2，两套暂态电压测试系统测试的数据分别是负载侧（隔离开关与负载之间）和电源侧（隔离开关与电源之间）的暂态电压波形，因此可以研究负载侧和电源侧暂态电压的不同。

[0092] 因此，还包括如下步骤：

[0093] 7、闭合第一隔离开关 DS1，第二隔离开关 DS2 处于分闸状态，将所述高压试验变压器输出电压升至  $\frac{U_m}{\sqrt{3}}$ ，其中  $U_m$  为线路最高电压；

[0094] 8、闭合所述第二隔离开关 DS2，记录所述一次暂态测试系统测试数据 101,104 和二次故障录波数据；

[0095] 9、间隔 2 分钟后打开所述第二隔离开关 DS2，记录所述一次暂态测试系统测试数据 101,104 和二次故障录波数据；

[0096] 10、重复 8 至 9 步骤 9 次，共 10 次所述第二隔离开关 DS2 合分操作，然后试验结束。

[0097] 在试验中，应当注意：试品不损坏；不出现合并单元通信中断、丢包、品质改变；不允许合并单元输出异常（输出异常单点输出超过额定二次输出的 100%或连续两点输出超过额定二次输出的 40%）。

[0098] 因此，根据本发明的基于隔离开关分合容性小电流的 GIS 电子互感器测试系统，测试隔离开关开合时高压母线上的电压值和电流值，从而与待测试品的输出作比对。

[0099] 本发明有利于解决一次回路电磁兼容问题，提高电磁兼容防护措施。同时还提出了标准的标准高频电流、电压传感器的设计。

[0100] 这样，可以在试验室搭建 110KV、220KV、500KV 隔离开关分合容性小电流试验回路，同时将电子互感器串联接入试验回路，模拟现场隔离开关开合空导线及容性小电流负荷过程，产生类似现场暂态强干扰，考核在该条件下电子互感器的电磁防护性能。该试验平台可用于 110KV、220KV、500KV 电压等级在送电和断电过程中的电磁环境。

[0101] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明，不能认定本发明的具体实施方式仅限于此，对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干简单的推演或替换，都应当视为属于本发明由所提交的权利要求书确定保护范围。

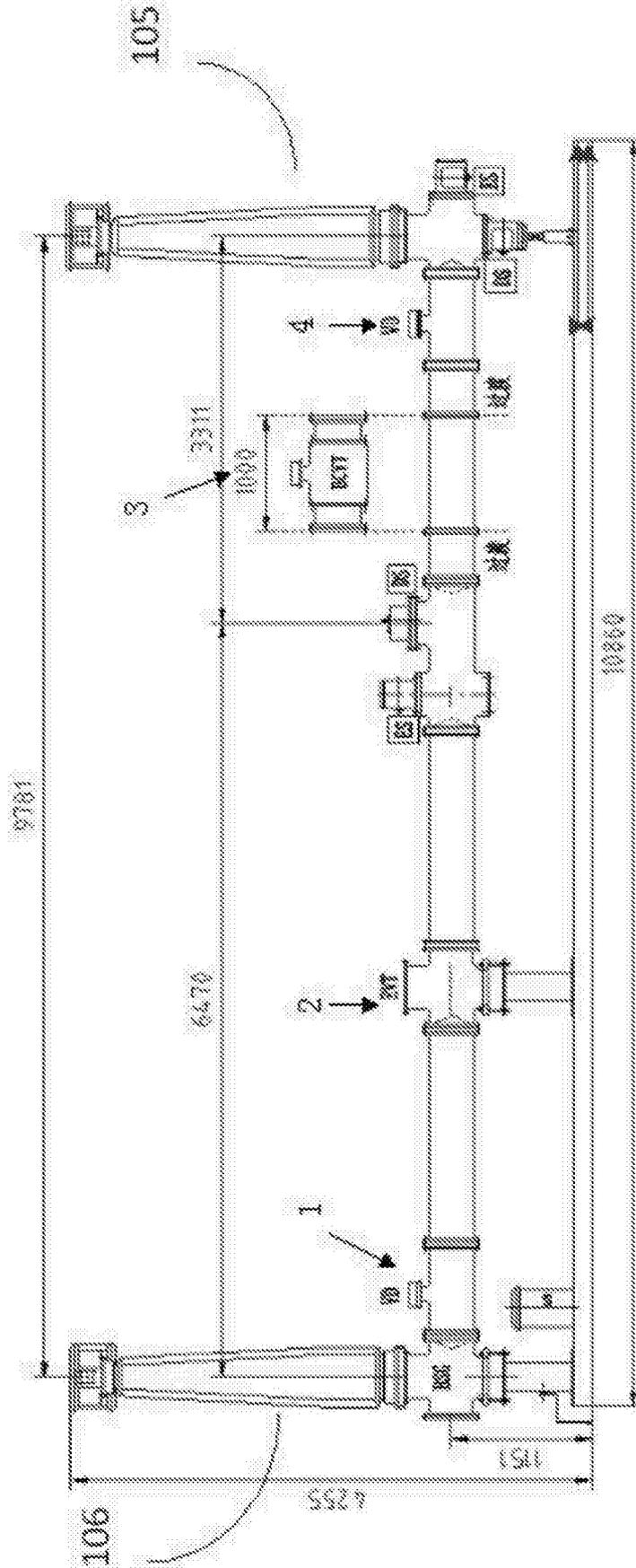


图 1

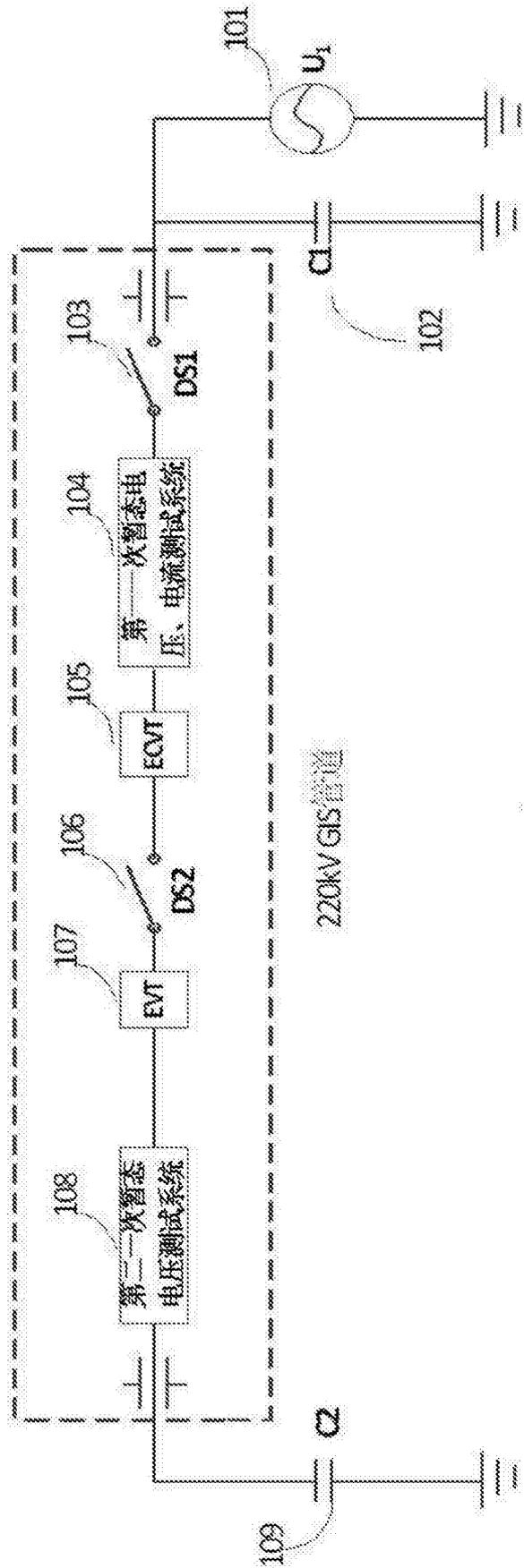


图 2

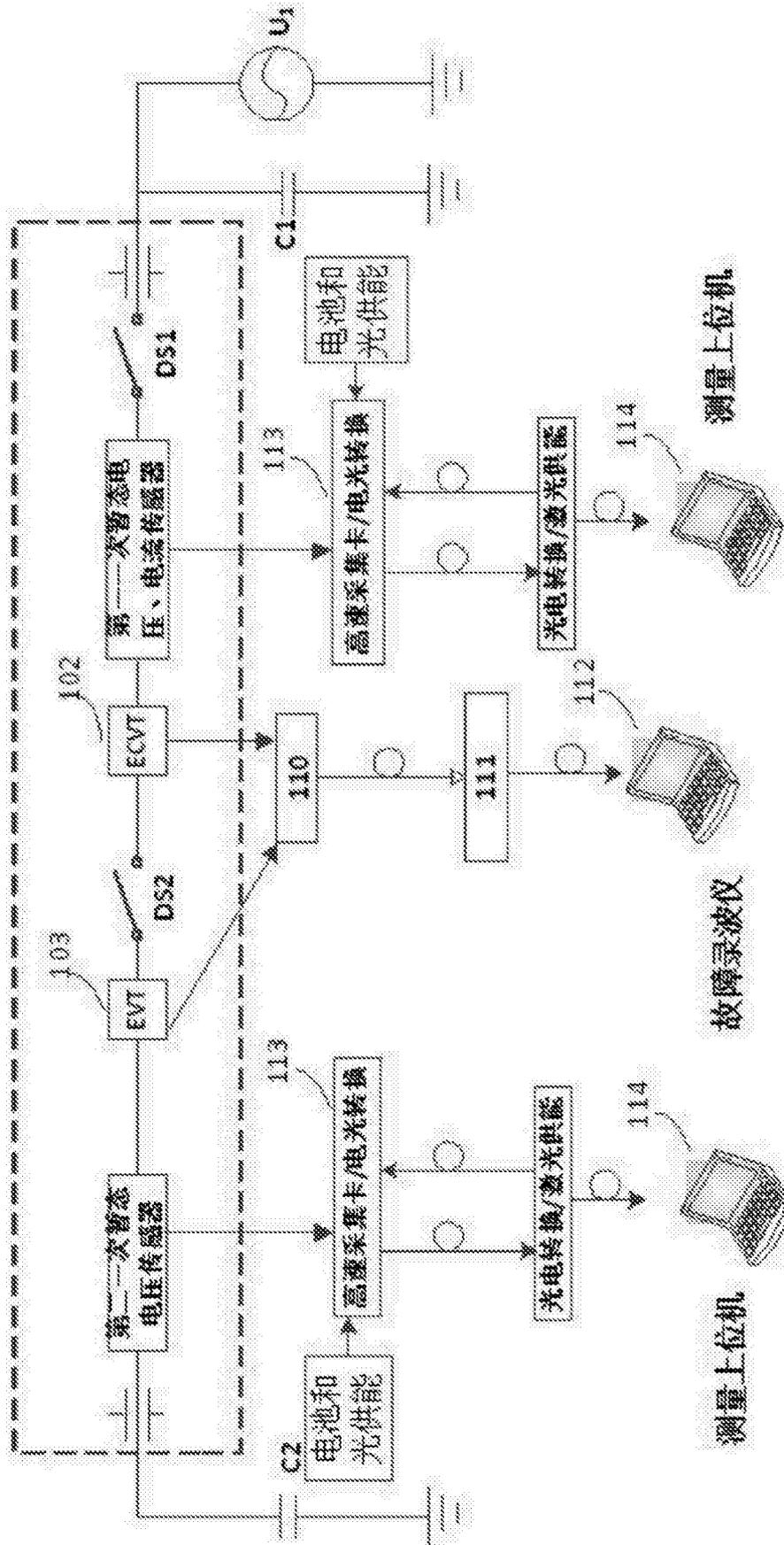


图 3

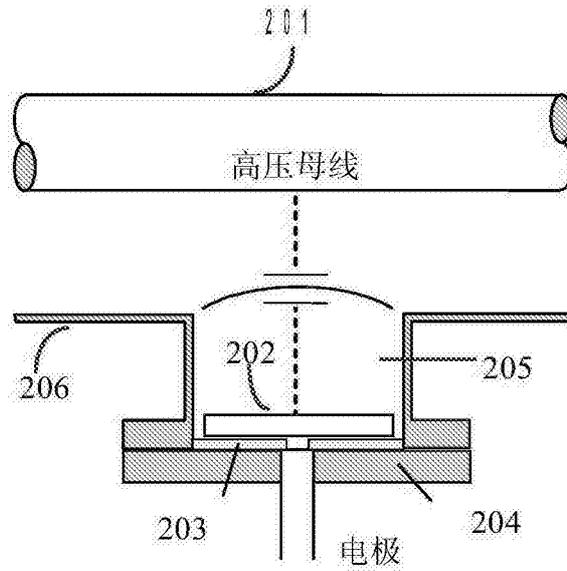


图 4

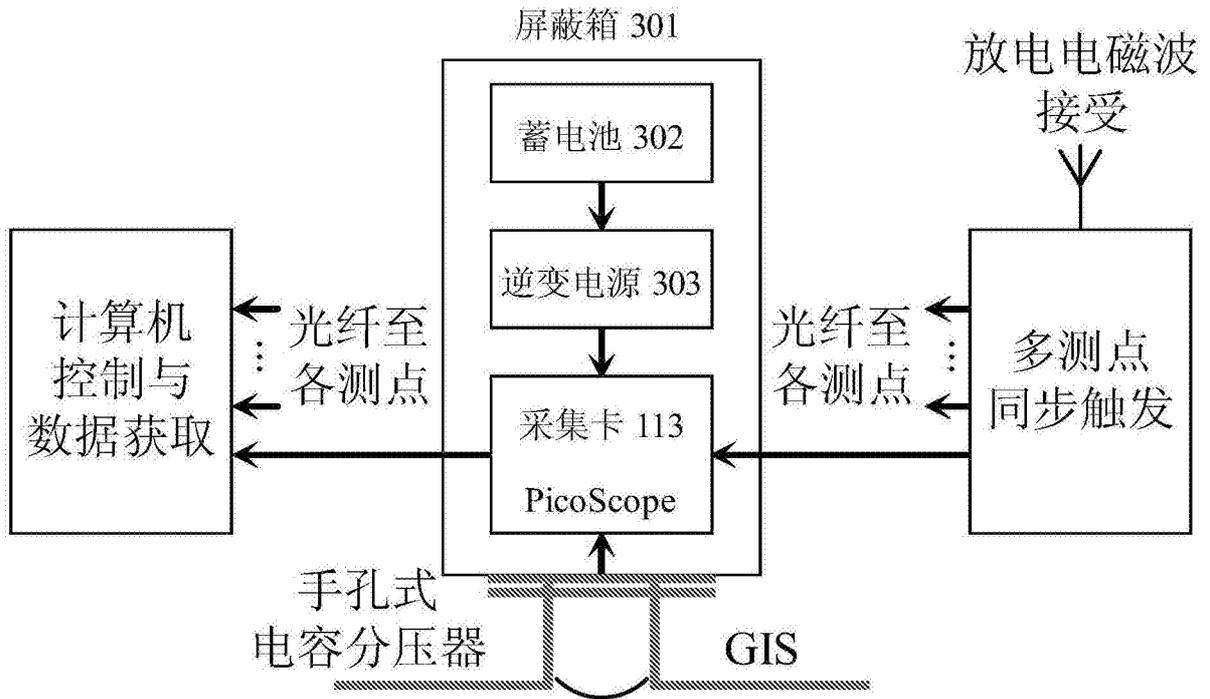


图 5

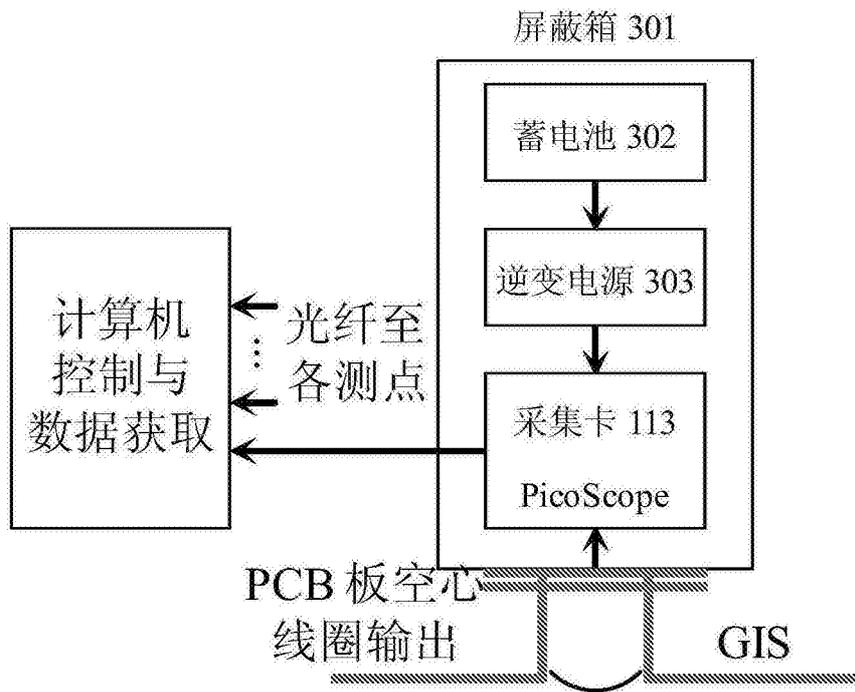


图 6