



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103778826 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201410009669. 7

(22) 申请日 2014. 01. 09

(73) 专利权人 广西电网公司电力科学研究院
地址 530023 广西壮族自治区南宁市民主路
6-2 号

(72) 发明人 卓浩泽 李刚 陆超云 龙东
李伟坚 龙伟杰 黄宗启 郭小璇

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理
有限公司 51214

代理人 詹永斌

(51) Int. Cl.

G09B 23/18(2006. 01)

G01R 35/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201893058 U, 2011. 07. 06,

CN 202257990 U, 2012. 05. 30,

CN 201584076 U, 2010. 09. 15,

CN 102097018 A, 2011. 06. 15,

CN 201838235 U, 2011. 05. 18,

CN 201765729 U, 2011. 03. 16,

SU 1800472 A1, 1993. 03. 07,

WO 2013101319 A1, 2013. 07. 04,

卢斌 等. 《基于互感器检定仿真实训系统的研究》. 《自动化与仪器仪表》. 2012, (第 5 期),
第 18-20 页.

审查员 莫玉芳

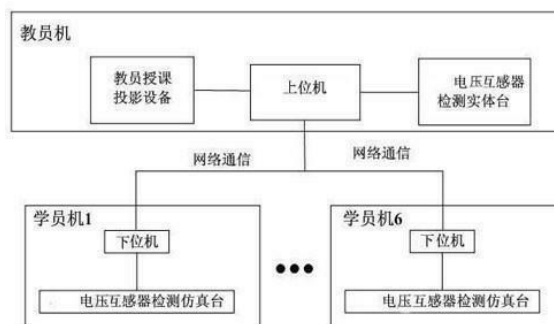
权利要求书3页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

一种电压互感器仿真培训系统及工作方法

(57) 摘要

本发明提供了一种电压互感器仿真培训系统及其工作方法,所述系统包含具有投影设备的教员机、与教员机通信连接的学员机,所述学员机包括下位机及电压互感器检测仿真台,所述电压互感器检测仿真台包括控制机、与控制机连接的各个电压互感器测试用的模拟器。利用本系统,教员进行讲解后,可对学员进行电压互感器实验连接。本发明的工作电压和电流远远小于真实环境的电压和电流、可以实现在安全工作电压、电流下为学员电压互感器测试的培训提供可靠的安全保障。



1. 一种电压互感器仿真培训系统的工作方法,其特征在于,所述电压互感器仿真培训系统包含一个教员机、若干与教员机通信连接的学员机,其中,

教员机包括上位机、与上位机连接的投影设备、电压互感器检测实体台;所述上位机用于控制整个系统的通信,实现学员机的下位机参数下发、电压互感器培训功能;所述电压互感器检测实体台包括实际升压器、实际标准电压互感器、实际被测电压互感器、实际电压负荷箱、实际校验仪、实际调压器;

所述学员机包含下位机、与下位机通信连接的控制机、调压器、标准电压互感器模拟器、被测电压互感器模拟器、升压器模拟器、互感器校验仪模拟器、电压负载箱模拟器,所述各个模拟器均与控制机连接,其中

所述电压负载箱模拟器用于模拟真实的电压负载箱的功能;

所述标准电压互感器模拟器用于模拟真实的标准电压互感器的功能;

所述被测电压互感器模拟器用于模拟真实的被测电压互感器的功能;

所述升压器模拟器用于模拟真实的升压器的功能;

所述互感器校验仪模拟器用于模拟真实的互感器校验仪的功能;

所述各个模拟器均具有若干模拟接线端子,所述模拟接线端子用于模拟实体的接线端子功能;

调压器通过隔离变压器与互感器校验仪模拟器电源部分连接;

控制机用于各个模拟器的模拟接线端子接线情况的信号采集,并上传给其对应的下位机,并执行下位机发送的控制指令;

下位机用于对控制机发送控制指令信息、接收控制机上传信息、接收上位机对各个模拟器设定的参数,并进行信号处理与分析,将实际试验接线情况在下位机的培训设置电压互感器界面上实时显示出来;

所述上位机设置有培训设置电压互感器界面,上位机的培训设置电压互感器界面分为电压互感器参数设置区域、电压互感器铭牌显示区域、电压互感器数据区域;

所述电压互感器参数设置区域可设置各个学员机的电压互感器的参数数据,所述参数包括变比、极性、负载、等级、误差;

所述电压互感器铭牌显示区域,用于实时显示各个参数的设定值;

电压互感器数据区域根据各个参数的设定值及时实时显示满载和轻载数据;

所述上位机还设置有电压互感器校验接线图界面;

所述下位机设置有培训设置电压互感器界面,下位机的培训设置电压互感器界面分为电压互感器接线图区域、监视区区域、电压互感器铭牌区域;

所述电压互感器接线图区域显示电压互感器未接线的接线图,和接线后的连接图,当学员接线正确时用黑色连线表示,接线错误时用红色连线表示;

所述监视区区域用于显示百分表部分跟随实际校验仪采样所得出的百分表值、比差部分跟随实际校验仪采样所得出的比差值、角差部分跟随实际校验仪采样所得出的角差值;

所述电压互感器铭牌区域显示教员设置的变比、负载、等级的数据值;

所述电压互感器仿真培训系统的工作方法包含下列步骤:

步骤1:上位机加载电压互感器校验接线图界面,利用投影仪投影,对学员进行教学;

步骤2:上位机加载培训设置电压互感器界面,创建上位机多线程 Thread、数据缓冲区

maxPacket、NetworkStream 流,为远程发送数据做准备;如加载培训设置电压互感器界面成功,进行后续步骤,否则返回上位机主页面;

步骤 3:教员在上位机的电压互感器参数设置区域对各个学员机的电压互感器的参数数据进行设置;

步骤 4:下位机加载培训电压互感器界面时打开第一串口与实际校验仪连接,如果成功,则进行后续步骤,否则返回下位机主页面;

步骤 5:第一串口委托监听,实时侦听实际校验仪的数据;

步骤 6:下位机打开第二串口与控制机连接,如果打开失败就立即返回下位机主页面,如果打开成功则进行下列步骤;

步骤 7:下位机创建多线程 Thread、数据缓冲区 maxPacket、NetworkStream 流,为远程接收数据做准备,创建第二串口委托监听,实时侦听控制机发送的数据;

步骤 8:上位机将参数数据通过 NetworkStream 流发送给每个学员机,创建的上位机多线程 Thread 对数据进行监控;

步骤 9:下位机用自身创建的多线程 Thread 对参数数据进行接收并显示参数数据,当教员机再次发送数据时,该多线程 Thread 能实时监控到并再次接收数据;

步骤 10:下位机培训设置电压互感器界面的显示区区域用第二串口的委托监听监控控制机发送的数据,当数据不一样时用 `int[] number2 = new int[48]` 接收数据,并用 `string` 的 `Split()` 方法分解数据,通过分析数据,用划线的方式实时显示各个模拟器接的每一根线;

步骤 11:当下位机培训设置电压互感器界面的显示区的所有接线成功后,下位机启用多线程 Thread,用 NetworkStream 流发送从上位机得到的参数数据;

步骤 12:学员对电压互感器进行校验,手动调节调压器,实际校验仪根据学员机发送的数据进行处理显示,并向学员机发送百分表每一点的详细数据;

步骤 13:下位机启用第一串口的委托监听,当侦听到实际校验仪缓冲区有数据时,下位机接收数据,进行校验,校验失败直接抛弃数据,校验成功则储存数据,达到接收数据目的;

步骤 14:分解数据,得到百分表、比差、角差数据,达到显示实际校验仪数据目的。

2. 如权利要求 1 所述的电压互感器仿真培训系统的工作方法,其特征在于,步骤 13 中,下位机对接收到的数据采取奇偶、包头 0x55、包大小的校验方式,校验成功用数组 `int[] number = new int[48]` 存储数据。

3. 如权利要求 1 所述的电压互感器仿真培训系统的工作方法,其特征在于,在步骤 9 中,所述下位机显示变比、负载、等级三个参数的数据。

4. 如权利要求 1 所述的电压互感器仿真培训系统的工作方法,其特征在于,在步骤 3 中,当所有参数数据均设定后,上位机的加载培训电压互感器界面的电压互感器数据区域显示设定后的数据,否则不显示。

5. 如权利要求 1 所述的电压互感器仿真培训系统的工作方法,其特征在于,当下位机侦听到数据缓冲区 maxPacket 变化时,下位机再次接收数据,存储数据,分解数据,更新百分表、角差、比差数据,达到实时及时更新百分表、角差、比差数据目的。

6. 如权利要求 1 所述的电压互感器仿真培训系统的工作方法,其特征在于,步骤 10 中,

下位机培训设置电压互感器界面的显示区区域中,各个模拟器接线正确时用黑色连线表示,接线错误时用红色连线表示。

一种电压互感器仿真培训系统及工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电能互感器领域,尤其涉及一种电压互感器仿真培训系统及工作方法。

背景技术

[0002] 目前国内电能计量检定人员流动性大、知识更新慢、专业知识和工作水平参差不齐,复合型人才偏少,掌握互感器现场检定技术的技术人员较少,影响了正常的检测工作,主要是因为培训装置较滞后,目前多以集中理论培训、演示实验、书面考试以及跟现场一带一等培训方式,都存在很大的局限性,培训效率非常低。

[0003] 而且在实际环境中的培训,由于电能计量设备具有高电压、大电流,会对人身和设备产生安全隐患,限制了培训的质量和效率。

[0004] 如果能提供一种能够在低压、小电流的条件下操作,且功能和外观上完全模拟真实设备的电压互感器培训系统,那么,对电能计量检定人员培训时的安全操作将是十分有利的。

发明内容

[0005] 为解决上述问题,本发明提供了一种电压互感器仿真培训系统,包含一个教员机、若干与教员机通信连接的学员机,其中,

[0006] 教员机包括上位机、与上位机连接的投影设备、电压互感器检测实体台;所述上位机用于控制整个系统的通信,实现学员机的下位机参数下发、电压互感器培训功能;所述电压互感器检测实体台包括实际升压器、实际标准电压互感器、实际被测电压互感器、实际电压负荷箱、实际校验仪、实际调压器;

[0007] 所述学员机包含下位机、与下位机通信连接的控制机、调压器、标准电压互感器模拟器、被测电压互感器模拟器、升压器模拟器、互感器校验仪模拟器、电压负载箱模拟器,所述各个模拟器均与控制机连接,其中

[0008] 所述电压负载箱模拟器用于模拟真实的电压负载箱的功能;

[0009] 所述标准电压互感器模拟器用于模拟真实的标准电压互感器的功能;

[0010] 所述被测电压互感器模拟器用于模拟真实的被测电压互感器的功能;

[0011] 所述升压器模拟器用于模拟真实的升压器的功能;

[0012] 所述互感器校验仪模拟器用于模拟真实的互感器校验仪的功能;

[0013] 所述各个模拟器均具有若干模拟接线端子,所述模拟接线端子用于模拟实体的接线端子功能;

[0014] 调压器通过隔离变压器与互感器校验仪模拟器电源部分连接;

[0015] 控制机用于各个模拟器的模拟接线端子接线情况的信号采集,并上传给其对应的下位机,并执行下位机发送的控制指令;

[0016] 下位机用于对控制机发送控制指令信息、接收控制机上传信息、接收上位机对各

个模拟器设定的参数,并进行信号处理与分析,将实际试验接线情况在下位机的培训设置电压互感器界面上实时显示出来。

[0017] 优选的,所述控制机包括头接线端驱动输出模块、尾接线端采集输入模块、极性与信号判别模块、RS232 收发器模块、MCU 模块以及供电单元模块; MCU 模块与头接线端驱动输出模块、尾接线端采集输入模块、极性与信号判别模块单向连接,与 RS232 收发器模块双向连接。其中,

[0018] 头接线端驱动输出模块用于接收 MCU 模块发出的驱动控制信号,给待判断的接线线头施加低电平;

[0019] 尾接线端采集输入模块用于实现对接线尾端信号扫描,逐一查询除待判断接线以外的其他接线尾端的电平状态;

[0020] 极性与信号判别模块用于实现信号的放大,并实现信号的模数转换;

[0021] RS232 收发器模块用于将尾接线端采集输入模块的信号传输至上位机或者将上位机的控制指令信息传输至对应的模拟器;

[0022] MCU 模块用于控制头接线端驱动输出模块驱动待判断接线端头,并不断扫描尾接线端采集输入模块的逻辑电平信号,判断各个模拟接线端子之间接线的通断关系;

[0023] 供电单元模块用于向其他各模块供电。

[0024] 优选的,所述上位机设置有培训设置电压互感器界面,上位机的培训设置电压互感器界面分为电压互感器参数设置区域、电压互感器铭牌显示区域、电压互感器数据区域;

[0025] 所述电压互感器参数显示区域可设置各个学员机的电压互感器的参数数据,所述参数包括变比、极性、负载、等级、误差;

[0026] 所述电压互感器铭牌显示区域,用于实时显示各个参数的设定值;

[0027] 电压互感器数据区域根据各个参数的设定值及时实时显示满载和轻载数据;

[0028] 所述上位机还设置有电压互感器校验接线图界面;

[0029] 所述下位机设置有培训设置电压互感器界面,下位机的培训设置电压互感器界面分为电压互感器接线图区域、监视区区域、电压互感器铭牌区域;

[0030] 所述电压互感器接线图区域显示电压互感器未接线的接线图,和接线后的连接图,当学员接线正确时用黑色连线表示,接线错误时用红色连线表示;

[0031] 所述监视区区域用于显示百分表部分跟随实际校验仪采样所得出的百分表值、比差部分跟随实际校验仪采样所得出的比差值、角差部分跟随实际校验仪采样所得出的角差值;

[0032] 所述电压互感器铭牌区域显示教员设置的变比、负载、等级的数据值。

[0033] 优选的,所述学员机有六个。

[0034] 所述的电压互感器仿真培训系统的工作方法,包含下列步骤:

[0035] 步骤 1:上位机加载电压互感器校验接线图界面,利用投影仪投影,对学员进行教学;

[0036] 步骤 2:上位机加载培训设置电压互感器界面,创建上位机多线程 Thread、数据缓冲区 maxPacket、NetworkStream 流,为远程发送数据做准备;如加载培训设置电压互感器界面成功,进行后续步骤,否则返回上位机主页面;

[0037] 步骤3:教员在上位机的电压互感器参数设置区域对各个学员机的电压互感器的参数数据进行设置;

[0038] 步骤4:下位机加载培训电压互感器界面时打开第一串口与实际校验仪连接,如果成功,则进行后续步骤,否则返回下位机主页;

[0039] 步骤5:第一串口委托监听,实时侦听实际校验仪的数据;

[0040] 步骤6:下位机打开第二串口与控制机连接,如果打开失败就立即返回下位机主页面,如果打开成功则进行下列步骤;

[0041] 步骤7:下位机创建多线程 Thread、数据缓冲区 maxPacket、NetworkStream 流,为远程接收数据做准备,创建第二串口委托监听,实时侦听控制机发送的数据;

[0042] 步骤8:上位机将参数数据通过 NetworkStream 流发送给每个学员机,创建的上位机多线程 Thread 对数据进行监控;

[0043] 步骤9:下位机用自身创建的多线程 Thread 对参数数据进行接收并显示参数数据,当教员机再次发送数据时,该多线程 Thread 能实时监控到并再次接收数据;

[0044] 步骤10:下位机培训设置电压互感器界面的显示区区域用第二串口的委托监听监控控制机发送的数据,当数据不一样时用 `int[] number2 = new int[48]` 接收数据,并用 `string` 的 `Split()` 方法分解数据,通过分析数据,用划线的方式实时显示各个模拟器接的每一根线;

[0045] 步骤11:当下位机培训设置电压互感器界面的显示区的所有接线成功后,下位机启用多线程 Thread,用 NetworkStream 流发送从上位机得到的参数数据;

[0046] 步骤:12:学员对电压互感器进行校验,手动调节调压器,实际校验仪根据学员机发送的数据进行处理显示,并向学员机发送百分表每一点的详细数据;

[0047] 步骤13:下位机启用第一串口的委托监听,当侦听到实际校验仪缓冲区有数据时,下位机接收数据,进行校验,校验失败直接抛弃数据,校验成功则储存数据,达到接收数据目的;

[0048] 步骤:14:分解数据,得到百分表、比差、角差数据,达到显示实际校验仪数据目的。

[0049] 优选的,步骤13中,下位机对接收到的数据采取奇偶、包头 0x55、包大小的校验方式,校验成功用数组 `int[] number = new int[48]` 存储数据。

[0050] 优选的,在步骤9中,所述下位机显示变比、负载、等级三个参数的数据。

[0051] 优选的,在步骤3中,当所有参数数据均设定后,上位机的加载培训电压互感器界面的电压互感器数据区域显示设定后的数据,否则不显示。

[0052] 优选的,当下位机侦听到数据缓冲区 maxPacket 变化时,下位机再次接收数据,存储数据,分解数据,更新百分表、角差、比差数据,达到实时及时更新百分表、角差、比差数据目的。

[0053] 优选的,下位机培训设置电压互感器界面的显示区区域中,各个模拟器接线正确时用黑色连线表示,接线错误时用红色连线表示。

[0054] 本发明的有益效果为:

[0055] 本发明采用计算机实时仿真,最大限度模拟电压互感器模拟检定的现场工作环境,提供了在设备外观、功能完全仿真实物的标准电压互感器模拟器、被测电压互感器模拟

器、互感器校验仪模拟器、升压器模拟器、电压负载箱模拟器,整个系统的工作电压和电流远远小于真实环境的电压和电流、可以实现在安全工作电压、电流下为学员提供电压互感器的培训提供可靠的安全保障。

[0056] 本发明的控制机完全满足标准电压互感器检定接线模拟系统或其他类似的仿真培训系统的技术要求,能实现全电子化,实时地、准确地判断模拟接线的通断状态,并及时地、不断地将结果数据上传给下位机作接线的对错判断等进一步处理。

[0057] 下位机可以对各个模拟器的模拟接线端子进行试验接线判断,并在计算机上能将实际试验接线情况显示出来,最大限度的激发学员对现场工作的理解力和实际操作能力,迅速提高学员操作技能,具有较强的生产实际意义。

[0058] 附图说明:

[0059] 图1为本发明结构框图。

[0060] 图2为学员机的组成框图。

[0061] 图3为标准电压互感器模拟器的原理框图。

[0062] 图4为被测电压互感器模拟器的原理框图。

[0063] 图5为电压负载箱模拟器的原理框图。

[0064] 图6为升压器模拟器的原理框图。

[0065] 图7为互感器校验仪模拟器的原理框图。

[0066] 图8为控制机原理模块图。

[0067] 图9为控制机的软件原理框图。

[0068] 具体实施方式:

[0069] 如图1所示,本发明系统总体结构由1套教员机、6套学员机、太网网络通信设备组成,其中教员机是整个系统的通信控制主机,同时还作为实验室校验互感器的实际检测平台;学员机就是功能完全仿真现场的互感器模拟检定装置。

[0070] (一)教员机:

[0071] 教员机包括上位机、与上位机连接的投影设备、电压互感器检测实体台;所述上位机用于控制整个系统的通信,实现学员机的下位机参数下发、电压互感器培训功能;所述实体台包括实际升压器、实际标准电压互感器、实际被测电压互感器、实际电压负荷箱、实际校验仪、实际调压器。

[0072] 上位机控制整个系统的通信,实现学员机参数下发、互感器基础知识教学等功能,还可结合电压互感器检测实体台进行实体的互感器误差校验。因此,教员机是整个系统的通信控制主机,同时作为实验室校验互感器的实际检测平台。

[0073] 在“培训”状态时,上位机可以调出电脑中本身有的电压互感器校验接线图,利用投影仪投影,对学员进行教学;所述电压互感器校验仪接线图显示正确连接的各个模拟器的接线情况。

[0074] 学员接受教学会自己进行接线练习,并收教员机监控。在学员练习自行接线的情况下,所述上位机设置有培训设置电压互感器界面,所述培训设置电压互感器界面分为电压互感器参数设置区域、电压互感器铭牌显示区域、电压互感器数据区域;

[0075] 所述电压互感器参数显示区域可设置各个学员机的电压互感器的参数数据,所述参数包括变比、极性、负载、等级、误差;

[0076] 所述电压互感器铭牌显示区,用于实时显示各个参数的设定值;

[0077] 电压互感器数据区域根据各个参数的设定值及时实时显示满载和轻载数据。

[0078] (二) 以太网网络设备

[0079] 所述以太网网络设备实现各个学员机的下位机与教员机的通信。上位机与 6 个下位机组成一个网络系统,上位机可实时调阅下位机的显示工况,在“培训”状态下,上位机与投影设备组成教员专用授课讲评系统,可以进行互感器及检定知识的授课和培训。

[0080] (三) 学员机

[0081] 所述学员机包括一个计算机(下位机)及电压互感器检测仿真台,所述电压互感器检测仿真台包括控制机、调压器、标准电压互感器模拟器、被测电压互感器模拟器、互感器校验仪模拟器、电压负载箱模拟器、升压器模拟器。

[0082] 所述下位机设置有培训设置电压互感器界面,所述界面分为电压互感器接线图区域、监视区区域、电压互感器铭牌区域;

[0083] 所述电压互感器接线图区域显示电压互感器未接线的接线图,和接线后的连接图,当学员接线正确时用黑色连线表示,接线错误时用红色连线表示;

[0084] 所述监视区区域用于显示百分表部分跟随实际校验仪采样所得出的百分表值、比差部分跟随实际校验仪采样所得出的比差值、角差部分跟随实际校验仪采样所得出的角差值;

[0085] 所述电压互感器铭牌区域显示教员设置的变比、负载、等级的数据值。

[0086] 如图 2 所示为下位机的原理框图:下位机与控制机通过 RS232 串口连接,标准电压互感器模拟器、被测电压互感器模拟器、互感器校验仪模拟器、电压负载箱模拟器均与控制机连接。

[0087] 下面对各个模拟器分别进行详细介绍。

[0088] 1. 标准电压互感器模拟器

[0089] 如图 3 所示,标准电压互感器模拟器包括壳体、位于壳体内的电压互感器,位于壳体外的若干模拟接线端子。

[0090] 下面分别进行详细介绍。

[0091] a. 电压互感器

[0092] 所述位于壳体内的电压互感器由相互绝缘的一次绕组、二次绕组、铁心和绝缘组成。其工作原理与变压器基本相同,当在一次绕组上施加一个电压 U_1 时,在铁心中就产生一个磁通 Φ ,根据电磁感应定律,则在二次绕组中就产生一个二次电压 U_2 。改变一次或二次绕组的匝数,可以产生不同的一次电压与二次电压比,这就可组成不同比的电压互感器。电压互感器将高电压按比例转换成低电压,即 100V。

[0093] b. 模拟接线端子

[0094] 模拟接线部分设置在壳体外表。如图 3 中所示:模拟器一次线输入端子标志为 A、X 地;二次线输入端子标志为 35KV/100V、10KV/100V、x,所述五个输入端子直接与控制机的主板连接。根据需要,控制机可识别这五根接线的相互连接状态。5 根接线的头端分别为:1a, 2a, …… 5a。5 根接线的尾端分别为:1b, 2b, …… 5b。也就是,上位机通过控制机要及时准确地识别出每一个端号与其他 4 个端号的关系(导通或断开)。识别的方法采用控制机 MCU 集成的扫描式算法。

[0095] 需要说明的是,本发明可实现模拟变比值为 35KV/100V、10KV/100V。模拟等级 0.05 级,过载能力 120%。

[0096] 上位机设定好变模拟变比值,极性、额定功率因数、额定负载、额定频率、准确度级别。在设备外观、功能完全仿真的条件下,使接线电压变得很低(一般只有 10V 左右)。

[0097] 2. 被测电压互感器模拟器

[0098] 如图 4 所示,被测电压互感器模拟器设计原理与标准电压互感器模拟器一样,只是输入端子有一点差异,一次线输入端子标志为 A、X;二次线输入端子标志为 100V、x。

[0099] 3. 电压负载箱模拟器

[0100] 如图 5 所示,电压负载箱模拟器包括壳体、位于壳体外的若干模拟接线端子。

[0101] 模拟接线端子设置在壳体外表,功率因数为 0.8 时,分别模拟负载调节档位 2.5VA、5VA、10VA、20VA、40VA,所述 5 个输入端子直接与控制机的主板连接。根据需要,控制机可识别这五根接线的相互连接状态。5 根接线的头端分别为:1a, 2a, ……………. 5a。6 根接线的尾端分别为:1b, 2b……………5b,。也就是,上位机通过控制机要及时准确地识别出每一个端号与其他 4 个端号的关系(导通或断开)。识别的方法采用控制机 MCU 集成的扫描式算法。

[0102] 所述电压负载箱模拟器使得接线电压变得很低(一般只有 10V 左右),能模拟过载能力 120%、额定电压:100V、功率因数为 0.8,模拟器具有通信接口,能通过控制机与上位机联机,可通过上位机设置负载档位。

[0103] 模拟真实电压负载箱外观,电压负载箱模拟器外观与真实电压负载箱外观完全一致,其中电压负载箱模拟器面板上的接线柱也和真实电压负载箱一样。达到与现场测试环境一致的效果。

[0104] 4. 升压器模拟器

[0105] 如图 6 所示,升压器模拟器包括壳体、位于壳体外的若干模拟接线端子。

[0106] 模拟接线端子有 4 个,两个一次线输入端子标志为 50KV、X 地;二次线输入端子标志为 220V、±,所述 4 个输入端子直接与控制机的主板连接。根据需要,控制机可识别这 5 根接线的相互连接状态。5 根接线的头端分别为:1a, 2a, ……………. 4a。5 根接线的尾端分别为:1b, 2b……………4b。也就是,上位机通过控制机要及时准确地识别出每一个端号与其他 3 个端号的关系(导通或断开)。识别的方法采用扫描式。

[0107] 所述升压器模拟器在设备外观、功能完全仿真的条件下,使接线电压变得很低(一般只有 10V 左右)、可以实现在安全工作电压下为学员升压器的培训考试提供可靠的安全保障。升压器模拟器的模拟一次升电压 0~50KV,模拟过载能力 120%。

[0108] 模拟真实升压器外观,升压器模拟器外观与真实升压器外观完全一致,其中升压器模拟器面板上的接线柱也和真实升压器一样。达到与现场测试环境一致的效果。

[0109] 模拟器具有通信接口,能与上位机联机,可通过上位机设置变比和极性、升压值。

[0110] 5. 互感器校验仪模拟器

[0111] 如图 7 所示,所述互感器校验仪模拟器包括壳体、位于壳体内的电路板,位于壳体外的若干模拟接线端子。

[0112] a. 电路板

[0113] 可使用现有互感器校验仪模拟器电路板。当互感器校验仪模拟器的工作电压(或

电流)回路施加试验电压(或电流),差压(或差流)回路施加误差电压(或电流)时,互感器校验仪模拟器可以通过电桥线路、电子线路、或数安电路测量得到差压(或差流)相量相对于工作电压(或电流)相量的同相分量和正交分量,通过计算即可得到被比较的电压(或电流)相量与工作电压(或电流)相量的幅值比(比值差)和相位差。如果被比较的电压(或电流)相量超前工作电压(或电流)相量,相位差为正,滞后为负。互感器校验仪模拟器其相量的同相分量和正交分量、负载值来自于下位机设置的值。百分表值来自于调压器调节的大小通过互感器校验仪模拟器取值。

[0114] b. 模拟接线部分

[0115] 模拟接线部分设置在壳体外表。如图 7 中所示:工作电压回路输入端子标志为 a、X;工作电流回路输入端子标志为 To、Tx,差压输入端子为 K、D;6 根接线的头端分别为:1a, 2a, ………. 5a, 6a, 尾端分别为:1b, 2b……………5b, 6b。根据需要,计算机通过控制器可识别 a、X、To、Tx、K、D 六根接线的相互连接状态。即计算机要及时准确地识别出每一个端号与其他 5 个端号的关系(导通或断开)。控制器采用扫描式,对接线端子逐一进行扫描。即先从 1a 开始,逐一识别到 6a。按照通信协议,控制机不断将结果通过 RS232 接口上传给计算机,其 To、Tx、D、K、a、X 等接线点试验接线对错信息在计算机上显示出来。

[0116] 互感器校验仪模拟器是学员机的重要组成部分,具有实体互感器校验仪的外观、接线柱、面板等,从感官上与实际互感器校验仪无异,能实现电流、电压互感器极性错误、接线错误、变比错误、误差超差、变差超差等仿真模拟的智能仪器。由铝合金机箱、电路板、电源、通信串口及接线柱构成。其外围连接部分由计算机、控制器、调压器、隔离变组成。220V 外部电源经过调压器调压后,再经过隔离变压器,互感器校验仪模拟器内部电源电路输入电压变为 30V。

[0117] 所述互感器校验仪模拟器不是采用比差法进行真实误差校验,而是采用全虚拟的方式在下位机上进行互感器的误差校验、量程的选择等模拟测试功能,按照约定的通信协议通过 RS-232 串口通信接口连接的计算机,其相量的同相分量和正交分量、负载值来源于上位机设置的值,百分表值来源于通过调节调压器后互感器校验仪模拟器的取值,其比差、角差、误差示值来源于上位机中预先赋值的数据。若额定工作电流或电压的 5% 以上,误差超过 30% 而小于 180% 时,则互感器校验仪模拟器报警变比错误;若额定工作电流或电压的 5% 以上,误差大于 180% 时,则互感器校验仪模拟器报警极性错误,从而整个模拟误差校验过程与下位机的设置保持同步,实现在 30V 低电压下进行电压互感器实验室检定操作培训及考试,达到培训、考试学员的效果。

[0118] 所述调压器通过隔离变压器与互感器校验仪模拟器的电源连接。

[0119] 6. 控制机

[0120] 控制机在嵌入软件的管理下,能实现全电子化,快速判断标准电压互感器模拟接线端子的接线情况,并可扩展到更多根导线的相互连接关系,并不断地、实时地将结果上传给下位机。

[0121] a. 控制机的硬件实现

[0122] 图 8 所示为控制机原理框图。控制机由头接线端驱动输出模块、尾接线端采集输入模块、极性与信号判别模块、RS232 收发器模块、MCU 模块以及供电单元模块组成,MCU 模块与头接线端驱动输出模块、尾接线端采集输入模块、极性与信号判别模块单向连接,与

RS232 收发器模块双向连接。下面对各模块进行介绍：

[0123] 头接线端驱动输出模块：采用 74HC374 或 8 位锁存器集成电路。接收 MCU 模块发出的驱动控制信号，给待判断的接线线头施加低电平。

[0124] 尾接线端采集输入模块：采用 75HC244 或 8 位 3 态门集成电路。实现对接线尾端信号扫描，逐一查询除待判断接线以外的其他接线尾端的电平状态。

[0125] 极性与信号判别模块：由跨导放大器与过零检测电路组成。跨导放大器的作用是把信号充分放大，以保证检测的灵敏度，过零检测电路的作用是把正弦波模拟信号变为数字信号，便于 MCU 处理。MCU 得到这些信号后，按照一定的算法，则可判断出极性的正与反。

[0126] RS232 收发器模块：采用 SP3232 收发器或类似的集成模块，通过 RS232 标准的通信接口将采集的数据连续实时传输至下位机或将下位机的控制指令信息传输至相应的模拟器。

[0127] MCU 模块：采用 PQFP44 封装的 MPC82G 516A 单片机芯片。MCU 模块按照单片机装载的扫描程序通过不断扫描采集接线端尾采集输入模块的逻辑电平信号，判定各个导线接线端子的通断关系，同时 MCU 模块还负责控制接线端头驱动输出模块具体驱动哪根接线端头。MPC82G516 A 是基于 80C51 的高效 1-T 结构的单芯片微处理器，每条指令需要 1~7 个时钟信号（比标准 8051 快 6~7 倍），与 8051 指令集兼容。因此在与标准 8051 有同样的处理能力的情况下，MPC82G516A 只需要非常低的运行速度，同时由此能很大程度的减少耗电量。

[0128] 供电单元模块：提供其他各模块所需的工作电源。

[0129] b. 控制机的软件实现

[0130] 图 9 为该控制机的软件原理框图。主要分为 3 个步骤：程序定时扫描与初始化、接线状态实时采集、数据实时上传。

[0131] 所述程序定时扫描结构与初始化步骤主要实现程序的定时周期扫描，便于实现多任务管理与精确的同步，这样保证了数据采集、通讯的可靠性。

[0132] 接线状态实时采集步骤主要实现扫描式驱动接线端头、采集接线端尾的全部导线的整个实时采集过程。

[0133] 实时数据上传步骤是按应用层通讯协议，将接线状态实时采集功能模块采集到的接线状况转换为下位机能识别的数据，并发送给下位机。

[0134] c. 控制机接线判断方法

[0135] 控制机接线判断的具体方法和步骤如下：

[0136] 步骤 1：程序扫描结构初始化后，MCU 模块发出驱动控制信号，通过头接线端驱动模块产生逻辑低电平驱动某一根导线的线头端，给识别的线头端馈以低电平，而其他线头端均馈以高电平；

[0137] 步骤 2：MCU 模块采用程序扫描的方式，扫描周期小于 100ms，通过尾接线端采集输入模块，逐一查询其他导线线尾端的电平状态，若尾接线端采集输入模块对应的接线端尾端上测到的电平为低电平，说明该点与线头连通，若测到的电平为高电平，说明该点与线头断开，MCU 模块将尾接线端采集输入模块接线端尾电平状态全部采集一遍，这样判断出被驱动导线与其他导线的通断连结关系；

[0138] 步骤 3：按此过程循环，头接线端驱动模块扫描式的快速进行驱动其余模拟导线

的接线头端,当全部线的头端逐一被驱动完成后,MCU 模块就能实时地采集到全部导线的通断状况,得到全部导线之间的连接关系;

[0139] 步骤4:MCU 模块完成全部导线的通断状况的采集后按照通信协议通过 RS232 收发器模块将导线通断连接关系的结果上传给下位机,下位机再根据标准的通断关系与 RS232 收发器模块送来的实际连结关系比较,进行接线关系对错的判断。至此,整个接线判断过程结果。从采集到发送数据完成的整个周期,不大于 100ms,实时采集了全部导线相互的连接关系。

[0140] 下面对本系统的工作方法进行详细说明。包含下列步骤:

[0141] 步骤1:上位机加载电压互感器校验接线图界面,利用投影仪投影,对学员进行教学;

[0142] 步骤2:上位机加载培训设置电压互感器界面,创建上位机多线程 Thread、数据缓冲区 maxPacket、NetworkStream 流,为远程发送数据做准备;如加载培训设置电压互感器界面成功,进行后续步骤,否则返回上位机主页面;

[0143] 步骤3:教员在上位机的电压互感器参数设置区域对各个学员机的电压互感器的参数数据进行设置,所述参数包括变比、极性、负载(轻载)、等级、误差值;

[0144] 步骤4:下位机加载培训电压互感器界面时打开第一串口 serialPort1 与实际校验仪连接,如果成功,则进行后续步骤,否则返回下位机主页;

[0145] 步骤5:第一串口 serialPort1 委托监听,实时侦听实际校验仪的数据;

[0146] 步骤6:下位机打开第二串口 serialPort2 与控制机连接,如果打开失败就立即返回下位机主页面,如果打开成功则进行下列步骤;

[0147] 步骤7:下位机创建多线程 Thread、数据缓冲区 maxPacket、NetworkStream 流,为远程接收数据做准备,创建第二串口 serialPort2 委托监听,实时侦听控制机发送的数据;

[0148] 步骤8:上位机将变比、极性、负载(轻载)、等级、误差值的参数数据通过 NetworkStream 流发送给每个学员机,创建的数据缓冲区 maxPacket 把数据放入缓冲区,创建的上位机多线程 Thread 对数据进行监控。

[0149] 需要说明的是,如果教员发现数据设置错误或有学员未登录,可点击取消按钮,取消此次数据发送。

[0150] 步骤9:下位机用自身创建的多线程 Thread 对参数数据进行接收并显示参数并显示其中的变比、负载、等级的参数数据,当教员机再次发送数据时,该多线程 Thread 能实时监控到并再次接收数据。

[0151] 步骤10:下位机培训设置电压互感器界面的显示区区域用第二串口 serialPort2 的委托监听监控控制机发送的数据,当数据不一样时用 `int[] number2 = new int[48]` 接收数据,并用 `string` 的 `Split()` 方法分解数据,通过分析数据用划线的方式智能化的及时实时显示学员接的每一根线,并能判断对错,接线正确时用黑色连线表示,接线错误时用红色连线表示。

[0152] 步骤11:当下位机培训设置电压互感器界面的显示区的所有接线成功后,下位机启用多线程 Thread,用 NetworkStream 流发送从上位机得到的变比、极性等数据。

[0153] 步骤:12:学员对电压互感器进行校验,手动调节调压器,实际校验仪根据学员机发送的数据进行处理显示,并向学员机发送百分表每一点的详细数据。

[0154] 步骤 13:下位机启用第一串口 serialPort1 的委托监听,当侦听到实际校验仪缓冲区有数据时,下位机用数组 byte[] b 接收数据,然后进行奇偶、包头 0x55、包大小等多种方式校验方式进行校验,校验失败直接抛弃数据,校验成功用数组 int[] number = new int[48] 储存数据,达到接收数据目的。

[0155] 步骤:14:分解数据,得到百分表、比差、角差数据,达到显示实际校验仪数据目的。

[0156] 本发明的有益效果为:

[0157] 本发明采用计算机实时仿真,最大限度模拟电压互感器模拟检定的现场工作环境,提供了在设备外观、功能完全仿真实物的标准电压互感器模拟器、被测电压互感器模拟器、升压器模拟器、实际校验仪、电压负载箱模拟器,整个系统的工作电压和电流远远小于真实环境的电压和电流、可以实现在安全工作电压、电流下为学员电压互感器计量的培训提供可靠的安全保障。

[0158] 本发明的控制机完全满足标准电压互感器检定接线模拟系统或其他类似的仿真培训系统的技术要求,能实现全电子化,实时地、准确地判断模拟接线的通断状态,并及时地、不断地将结果数据上传给下位机作接线的对错判断等进一步处理。

[0159] 下位机可以对各个模拟器的模拟接线接线端子进行试验接线判断,并在计算机上能将实际试验接线情况显示出来,最大限度的激发学员对现场工作的理解力和实际操作能力,迅速提高学员操作技能,具有较强的生产实际意义。

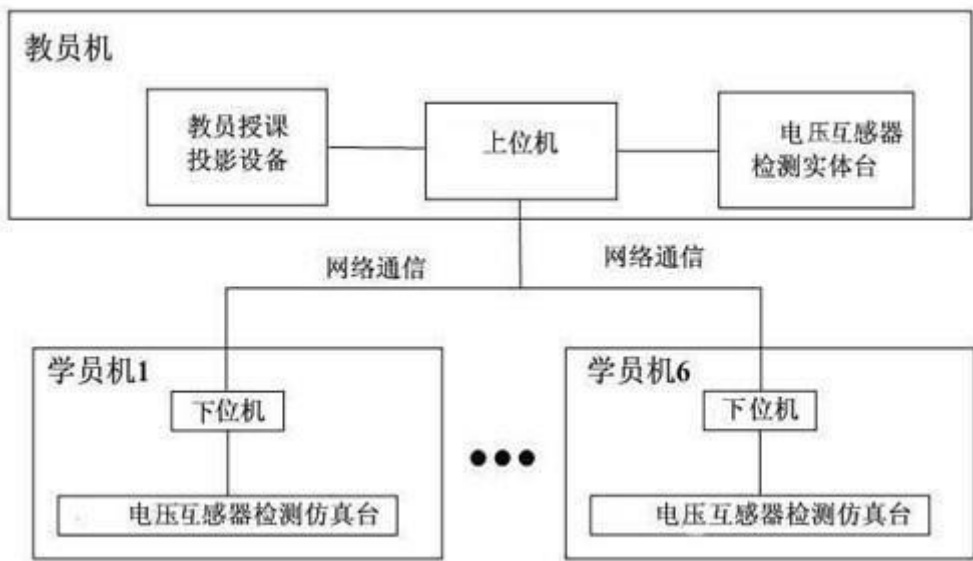


图 1

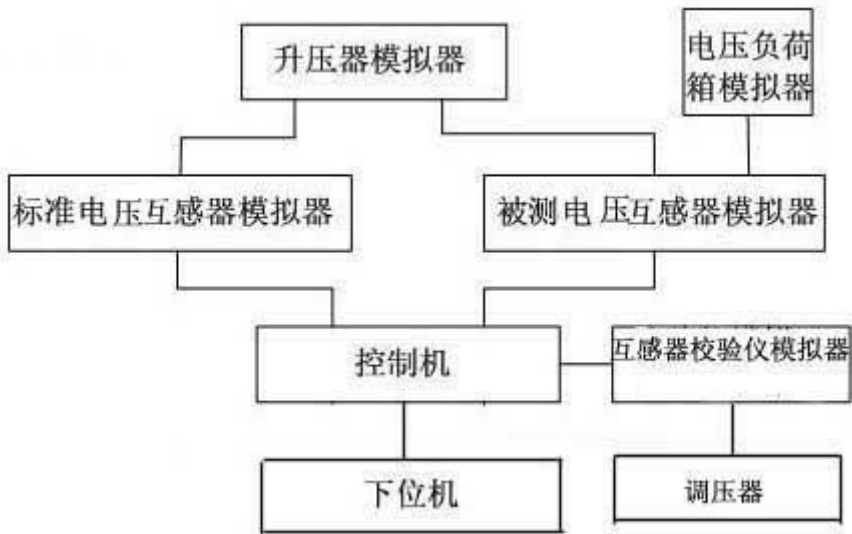


图 2

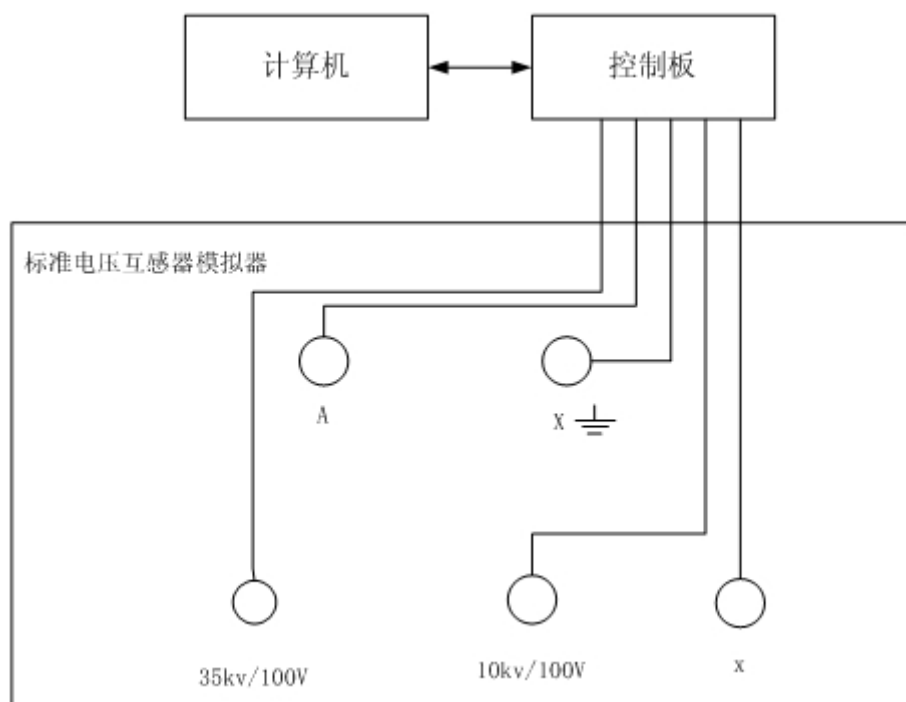


图 3

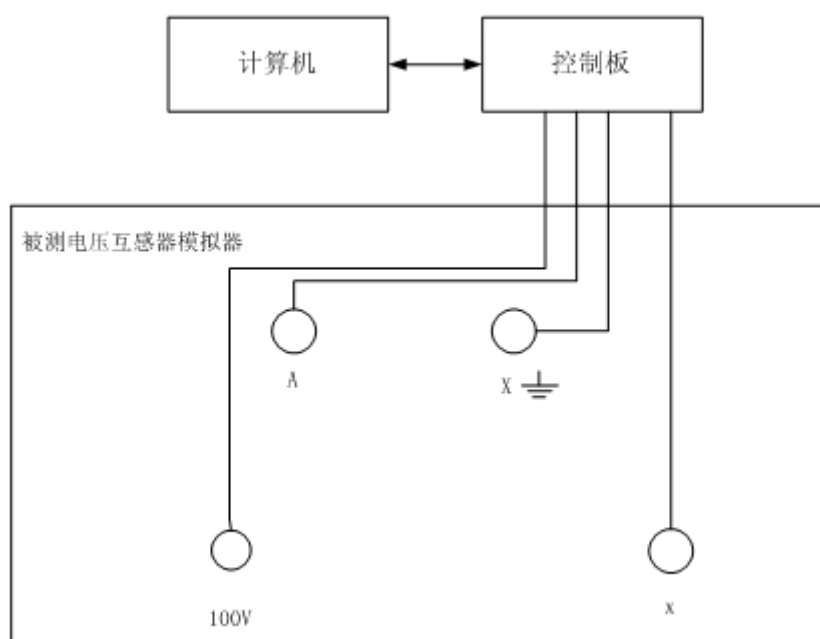


图 4

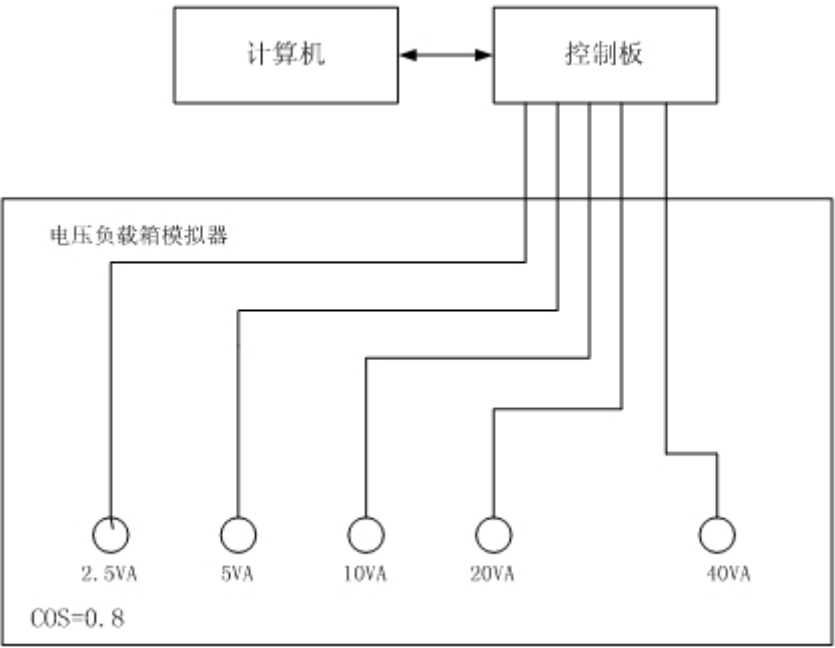


图 5

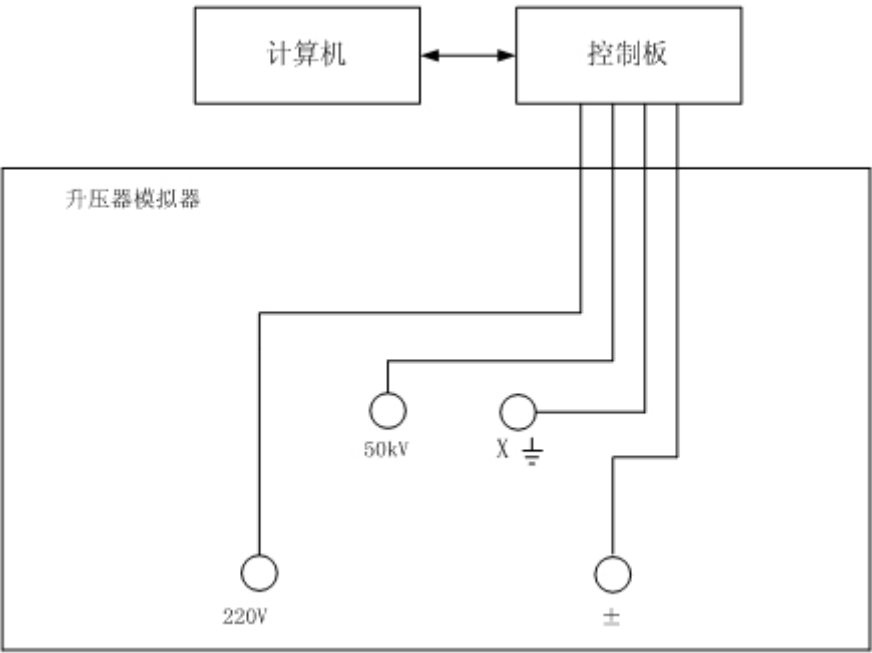


图 6

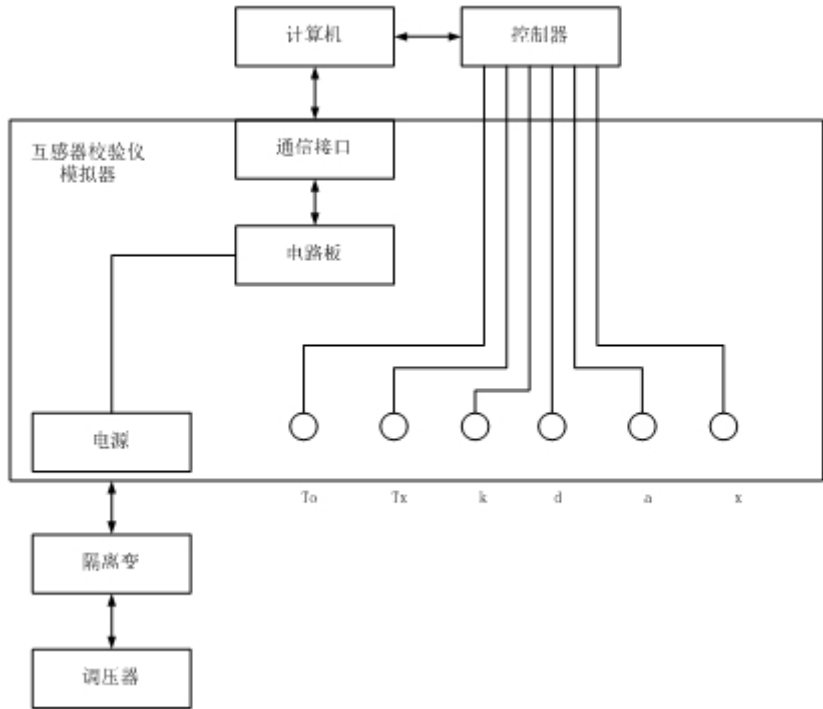


图 7

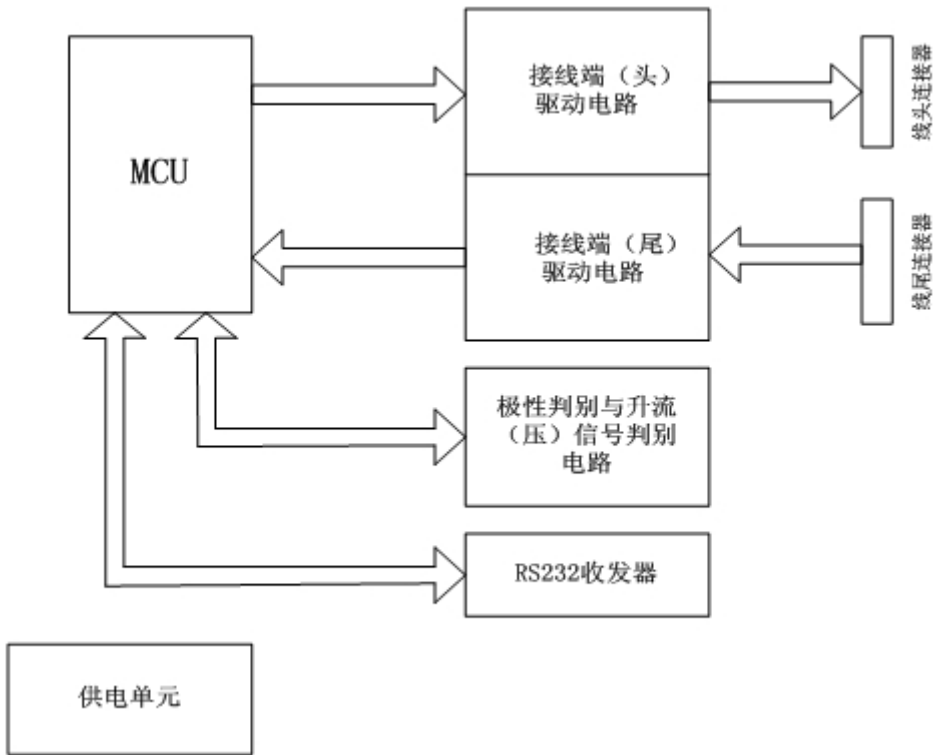


图 8

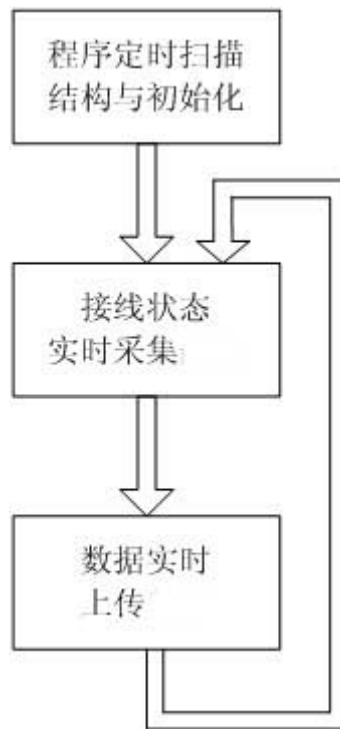


图 9