



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103560810 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201310572577. 5

(22) 申请日 2013. 11. 15

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 孙超 刘玉奇 姜守达 丁雪静

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 张利明

(51) Int. Cl.

H04B 3/46(2015. 01)

(56) 对比文件

CN 102801093 A, 2012. 11. 28,

审查员 李靖

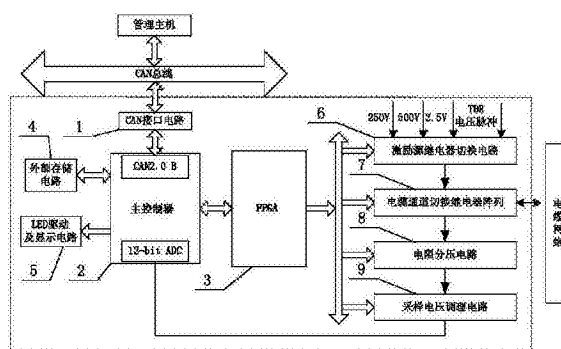
权利要求书4页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器

(57) 摘要

基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器,属于电缆测试技术领域。本发明是为了解决现有电缆测试设备由于需要长距离转接电缆,影响测试结果准确性的问题。所述测试控制器通过 CAN 总线实现与管理主机之间的通讯,测试控制器通过转接电缆与电缆网络连接;所述测试控制器包括 CAN 接口电路、主控制器、FPGA、外部存储电路、LED 驱动及显示电路、激励源继电器切换电路、电缆通道切换继电器阵列、电阻分压电路和采样电压调理电路。本发明用于电缆网络的测试。



1. 一种基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器,所述测试控制器通过 CAN 总线实现与管理主机之间的通讯,测试控制器通过转接电缆与电缆网络连接;所述测试控制器包括 CAN 接口电路 (1)、主控制器 (2)、FPGA (3)、外部存储电路 (4)、LED 驱动及显示电路 (5)、激励源继电器切换电路 (6)、电缆通道切换继电器阵列 (7)、电阻分压电路 (8) 和采样电压调理电路 (9),

CAN 接口电路 (1) 为 CAN 总线与主控制器 (2) 之间的接口电路,用于实现节点逻辑电平和 CAN 总线差动电平之间的电平转换;

主控制器 (2) 通过 CAN 接口电路 (1) 和 CAN 总线实现与管理主机的数据交互、模数转换及电缆网络测试流程的控制;

主控制器 (2) 还用于连接外部存储电路 (4),通过外部存储电路 (4) 存储由管理主机上下载的电缆网络信息,及保存电缆网络测试结果;

主控制器 (2) 的状态信号输出端连接 LED 驱动及显示电路 (5) 的状态信号输入端,LED 驱动及显示电路 (5) 用于指示测试控制器的当前工作状态;

主控制器 (2) 与 FPGA (3) 连接,FPGA (3) 用于实现主控制器 (2) 的复位逻辑、电缆通道切换继电器阵列 (7) 的继电器阵列控制逻辑和 LED 驱动及显示电路 (5) 的 LED 灯控制逻辑;

FPGA (3) 还输出激励源控制信号给激励源继电器切换电路 (6)、输出通道切换控制信号给电缆通道切换继电器阵列 (7)、输出电阻分压控制信号给电阻分压电路 (8) 及输出调理控制信号给采样电压调理电路 (9);

激励源继电器切换电路 (6) 用于输出直流 500V 电压或直流 250V 电压并给电缆通道切换继电器阵列 (7) 提供工作电源;

电缆通道切换继电器阵列 (7) 用于实现电缆网络的电缆通道选择,并连接该电缆通道的电缆线束,获得该电缆线束的电压采样信号;再将该电压采样信号传递给电阻分压电路 (8),电阻分压电路 (8) 将电缆线束的电压采样信号分压后传递给采样电压调理电路 (9),采样电压调理电路 (9) 将调理后的电压采样信号反馈给主控制器 (2);其特征在于,

激励源继电器切换电路 (6) 用于输出直流 500V 电压或直流 250V 电压的电路结构由第一电阻 R1、第二电阻 R2、第一磁珠 M1、第二磁珠 M2、第三磁珠 M3、第一电容、第二电容、第三电容、第四电容、第五电容、第六电容、第七电容、第八电容、第一共模电感 L1、第二共模电感 L2、第三共模电感 L3、第四共模电感 L4、第五电感 L5、第六电感 L6、第七电感 L7、第一控制开关 S1、第二控制开关 S2、第三控制开关 S3、第四控制开关 S4、第一隔离电源模块 U1 和第二隔离电源模块 U2 组成,第一隔离电源模块 U1 和第二隔离电源模块 U2 均为输入 27V、输出 250V 的隔离电源模块;第一控制开关 S1 和第二控制开关 S2 为常闭型继电器;

第三控制开关 S3 的一端连接直流 500V 电压,第三控制开关 S3 的另一端连接第一电阻 R1 的一端,第一电阻 R1 的另一端连接第五电感 L5 的一端,第五电感 L5 的另一端连接第一电容的正极,第一电容的负极连接第六电感 L6 的一端,第六电感 L6 的另一端连接第二电阻 R2 的一端,第二电阻 R2 的另一端连接第四控制开关 S4 的一端,第四控制开关 S4 的另一端连接直流 250V 电压;第一电容的负极连接第二电容的正极,第二电容的负极连接第七电感 L7 的一端,第七电感 L7 的另一端连接第三磁珠 M3 的一端,第三磁珠 M3 的另一端连接模拟地;

第一电容连接在第三共模电感 L3 的两个输出端之间,第三共模电感 L3 的两个输入端之间连接第三电容,第三电容的正极连接第一隔离电源模块 U1 的 +V0 引脚,第三电容的负极连接第一隔离电源模块 U1 的 -V0 引脚,第一隔离电源模块 U1 的 +VI 引脚连接第五电容的正极,第一隔离电源模块 U1 的 -VI 引脚连接第五电容的负极,第一隔离电源模块 U1 的 -VI 引脚和 INH 引脚之间连接第一控制开关 S1;

第五电容连接在第一共模电感 L1 的两个输出端之间,第一共模电感 L1 的两个输入端之间连接第七电容,第七电容的正极连接第一磁珠 M1 的一端,第一磁珠 M1 的另一端为 27V 电压输入端;第七电容的负极连接第二磁珠 M2 的一端,第二磁珠 M2 的另一端为参考地 GND;所述激励源继电器切换电路 (6) 通过 500V 电压输出端、250V 电压输出端和模拟地为电缆通道切换继电器阵列 (7) 提供工作电源;

第二电容连接在第四共模电感 L4 的两个输出端之间,第四共模电感 L4 的两个输入端之间连接第四电容,第四电容的正极连接第二隔离电源模块 U2 的 +V0 引脚,第四电容的负极连接第二隔离电源模块 U2 的 -V0 引脚,第二隔离电源模块 U2 的 +VI 引脚连接第六电容的正极,第二隔离电源模块 U2 的 -VI 引脚连接第六电容的负极,第二隔离电源模块 U2 的 -VI 引脚和 INH 引脚之间连接第二控制开关 S2;

第六电容连接在第二共模电感 L2 的两个输出端之间,第二共模电感 L2 的两个输入端之间连接第八电容,第八电容的正极连接第七电容的正极,第八电容的负极连接第七电容的负极。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器,其特征在于,所述主控制器 (2) 采用 DSP2812 芯片实现。

3. 根据权利要求 2 所述的基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器,其特征在于,所述 FPGA (3) 的复位逻辑采用上电复位和按键复位两种复位方式,上电复位方式分为 RC 电路复位和逻辑复位;

所述 RC 电路复位采用计数器模块实现,当主控制器 (2) 上电后,计数器模块接收到时钟信号 clk-dsp 开始计数,此时计数器模块的输出端 /rs 输出低电平;当计数器模块的计数时间达到主控制器 (2) 复位所需要的时间后,计数器模块停止计数, /rs 输出高电平;计数器模块的输出端 /rs 输出的电平信号 /RS1 作为与逻辑的一个复位信号;

逻辑复位的信号 /RS2 作为与逻辑的第二个复位信号;

按键复位方式的手动复位按钮控制的复位信号 /RS3 作为与逻辑的第三个复位信号;

与逻辑的三个复位信号作与逻辑后,输出的信号连接到 DSP2812 的复位管脚作为复位信号。

4. 根据权利要求 3 所述的基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器,其特征在于,所述 FPGA (3) 的继电器阵列控制逻辑通过二级锁存逻辑来实现对电缆通道切换继电器阵列 (7) 的控制,所述二级锁存逻辑包括地址译码逻辑和数据锁存逻辑;继电器阵列控制逻辑通过控制电缆通道切换继电器阵列 (7) 的控制及驱动电路实现对电缆通道切换继电器阵列 (7) 的控制;

电缆通道切换继电器阵列 (7) 的控制及驱动电路由两个八位锁存器 74HC273 及达林顿驱动阵列 MC1413 组成;

使用八位数据 D[7:0] 分别作为两个八位锁存器 74HC273 的输入信号,再由地址信号

A[5:0] 译码得出两组信号 CSA[20:1] 和 CSB[20:1], 该两组信号先与 DSP2812 芯片的写信号 WR 做或逻辑, 再经过 D 触发器锁存, 得到的输出信号 /ENA[20:1] 和 /ENB[20:1] 作为两个八位锁存器 74HC273 的片选信号, 来选择性闭合电缆通道切换继电器阵列 (7) 中的相应继电器。

5. 根据权利要求 4 所述的基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器, 其特征在于, 所述 FPGA (3) 的 LED 灯控制逻辑采用状态机实现, 该状态机的输入信号 CANRX 和 CANTX 作为 CAN 总线差分信号; 当状态机接收的时钟信号 clk-dsp 为上升沿时, 状态机根据 CAN 总线差分信号电平变化情况决定其输出信号 TESTCAN 是否翻转, 从而利用 LED 灯闪烁的方式来指示 CAN 通信是否在进行。

6. 根据权利要求 5 所述的基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器, 其特征在于, 所述主控制器 (2) 内部工作的全过程通过 18 个命令函数 cmd1 ~ cmd18 实现:

命令函数 cmd1: 查找电缆测试控制器命令; 该命令函数 cmd1 使电缆测试控制器接收管理主机的命令 1, 并对电缆测试控制器编号确认;

命令函数 cmd2: 命令电缆测试控制器命令; 该命令函数 cmd2 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 2, 管理主机进行确认;

命令函数 cmd3: 下载测试数据命令; 该命令函数 cmd3 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 3, 管理主机开始接收 CAN 总线数据, 并将数据保存在外部存储电路 (4) 中;

命令函数 cmd4: 通断测试开始测试命令; 该命令函数 cmd4 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 4, 管理主机开始读取外部存储电路 (4) 中数据, 并进行测试; 每测试完一次, 将结果保存在外部存储电路 (4) 中;

命令函数 cmd5: 电缆测试控制器上传通断、绝缘测试数据命令; 该命令函数 cmd5 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 5, 管理主机开始读取保存在外部存储电路 (4) 中的结果, 并上传给管理主机;

命令函数 cmd6: 测试结束命令; 该命令函数 cmd6 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 6, 管理主机结束测试, 电缆测试控制器返回至待机状态;

命令函数 cmd7: 自检命令; 该命令函数 cmd7 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 7, 电缆测试控制器进行自检;

命令函数 cmd8: 修改电缆测试控制器编号命令; 该命令函数 cmd8 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 8, 电缆测试控制器进行电缆测试控制器编号修改;

命令函数 cmd9: 绝缘测试开始测试命令; 该命令函数 cmd9 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 9, 管理主机开始读取外部存储电路 (4) 中数据, 并进行测试; 每测完一次, 将结果保存在外部存储电路 (4) 中;

命令函数 cmd10: 辅助故障定位测试开始测试命令; 该命令函数 cmd10 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 10, 管理主机开始读取外部存储电路 (4) 中数据, 并进行测试;

命令函数 cmd11: 振动测试命令;

命令函数 cmd12: 电缆测试控制器上传振动测试数据命令; 该命令函数 cmd12 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 12, 管理主机开始读取保存在外部存储电路 (4) 中的结果, 并上传给管理主机;

命令函数 cmd13: 查询电缆测试控制器状态命令; 该命令函数 cmd13 使电缆测试控制器

接收到管理主机命令 13,管理主机读取 EEPROM 中的设置信息 ;

命令函数 cmd14 :设置电缆测试控制器状态命令 ;该命令函数 cmd14 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 14,管理主机读取设置信息,并将设置信息保存在 EEPROM 中 ;

命令函数 cmd15 :电缆测试控制器上传状态信息命令 ;该命令函数 cmd15 使电缆测试控制器将读取的 EEPROM 中的设置信息及当前测试状态上传给管理主机 ;

命令函数 cmd16 :设置校准系数命令 ;该命令函数 cmd16 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 16,管理主机开始接收 CAN 总线数据,并将数据保存在 EEPROM 中 ;

命令函数 cmd17 :读取校准系数命令 ;该命令函数 cmd17 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 17,电缆测试控制器将读取的 EEPROM 中的校准系数上传给管理主机 ;

命令函数 cmd18 :LED 检查命令 ;该命令函数 cmd18 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 18,电缆测试控制器将点亮 LED 指示灯。

基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器

技术领域

[0001] 本发明涉及基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器,属于电缆测试技术领域。

背景技术

[0002] 电线电缆在使用时经常会发生错接、线缆与连接器接头接触不良等问题,长时间使用后还容易出现短路、断路、线间或者线缆对地绝缘性能变差等问题,这些问题有时会给人们带来不可估量的损失。随着电线电缆在工业、通信等领域日益广泛的应用,电线电缆性能检测及维护的重要性不断提升。

[0003] 目前,在我国许多行业中的电缆检测仍停留在手工阶段,不仅费时费力,而且容易出现人为失误。虽然相关的电缆测试设备种类及数量都不少,但是大多数设备为手持式,并且功能单一、数据存储量小,只适合对单根电缆进行检测。随着计算机技术的迅速发展,电缆检测也开始向自动化方向发展。电缆测试设备利用 CAN 总线与管理主机进行通信,用户可以在管理主机中建立开放的数据库,自行建立电缆测试工程、定义电缆结构等。不仅实现了自动化测试,而且能够在工程中保存电缆网络信息和测试数据,很方便地进行数据管理,特别适合于大型电缆线束网络的检测及维护。

[0004] CAN 是控制器局域网络 (Controller Area Network, CAN) 的简称,是国际上应用最广泛的现场总线之一。CAN 总线的高性能和可靠性已经被认同,并广泛地应用于工业自动化、船舶、医疗设备、工业设备等方面。它的出现为分布式控制系统各节点之间实时、可靠的数据通信提供了强有力的技术支持。

[0005] CAN 属于现场总线的范畴,它是一种有效支持分布式控制或实时控制的串行通信网络,十分适合于电缆的分布式测试。较之许多 RS-485 基于 R 线构建的分布式控制系统而言,基于 CAN 总线的分布式控制系统在以下方面具有明显的优势:

[0006] (1) 网络各节点之间的数据通信实时性强;

[0007] (2) 数据通信具有高可靠性和灵活性;

[0008] (3) 接口电路简单稳定,缩短可开发周期。

[0009] 在大型装备,如飞机、舰船等的内部,电缆网络错综复杂,具有点数多、难拆卸的特点。采用现有的集中式电缆测试设备对其进行检测时,需要长距离转接电缆,这些转接电缆不仅体积大、重量重、接线繁琐易出错、价格昂贵,而且由于频繁被拖拽极易受到损坏,由此影响测试结果准确性。此外,由于便携性差,这些测试设备在外场检测等场合中使用很不方便。

发明内容

[0010] 本发明目的是为了解决现有电缆测试设备由于需要长距离转接电缆,影响测试结果准确性的问题,提供了一种基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器。

[0011] 本发明所述基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器,所述测试控制器通过 CAN 总线实现与管理主机之间的通讯,测试控制器通过转接电缆与电缆网络连接;所述测试控制器

包括 CAN 接口电路、主控制器、FPGA、外部存储电路、LED 驱动及显示电路、激励源继电器切换电路、电缆通道切换继电器阵列、电阻分压电路和采样电压调理电路，

[0012] CAN 接口电路为 CAN 总线与主控制器之间的接口电路，用于实现节点逻辑电平和 CAN 总线差动电平之间的电平转换；

[0013] 主控制器通过 CAN 接口电路和 CAN 总线实现与管理主机的数据交互、模数转换及电缆网络测试流程的控制；

[0014] 主控制器还用于连接外部存储电路，通过外部存储电路存储由管理主机上下载的电缆网络信息，及保存电缆网络测试结果；

[0015] 主控制器的状态信号输出端连接 LED 驱动及显示电路的状态信号输入端，LED 驱动及显示电路用于指示测试控制器的当前工作状态；

[0016] 主控制器与 FPGA 连接，FPGA 用于实现主控制器的复位逻辑、电缆通道切换继电器阵列的继电器阵列控制逻辑和 LED 驱动及显示电路的 LED 灯控制逻辑；

[0017] FPGA 还输出激励源控制信号给激励源继电器切换电路、输出通道切换控制信号给电缆通道切换继电器阵列、输出电阻分压控制信号给电阻分压电路及输出调理控制信号给采样电压调理电路；

[0018] 激励源继电器切换电路用于输出直流 500V 电压或直流 250V 电压并给电缆通道切换继电器阵列提供工作电源；

[0019] 电缆通道切换继电器阵列用于实现电缆网络的电缆通道选择，并连接该电缆通道的电缆线束，获得该电缆线束的电压采样信号；再将该电压采样信号传递给电阻分压电路，电阻分压电路将电缆线束的电压采样信号分压后传递给采样电压调理电路，采样电压调理电路将调理后的电压采样信号反馈给主控制器；

[0020] 激励源继电器切换电路用于输出直流 500V 电压或直流 250V 电压的电路结构由第一电阻 R1、第二电阻 R2、第一磁珠 M1、第二磁珠 M2、第三磁珠 M3、第一电容、第二电容、第三电容、第四电容、第五电容、第六电容、第七电容、第八电容、第一共模电感 L1、第二共模电感 L2、第三共模电感 L3、第四共模电感 L4、第五电感 L5、第六电感 L6、第七电感 L7、第一控制开关 S1、第二控制开关 S2、第三控制开关 S3、第四控制开关 S4、第一隔离电源模块 U1 和第二隔离电源模块 U2 组成，第一隔离电源模块 U1 和第二隔离电源模块 U2 均为输入 27V、输出 250V 的隔离电源模块；第一控制开关 S1 和第二控制开关 S2 为常闭型继电器；

[0021] 第三控制开关 S3 的一端连接直流 500V 电压，第三控制开关 S3 的另一端连接第一电阻 R1 的一端，第一电阻 R1 的另一端连接第五电感 L5 的一端，第五电感 L5 的另一端连接第一电容的正极，第一电容的负极连接第六电感 L6 的一端，第六电感 L6 的另一端连接第二电阻 R2 的一端，第二电阻 R2 的另一端连接第四控制开关 S4 的一端，第四控制开关 S4 的另一端连接直流 250V 电压；第一电容的负极连接第二电容的正极，第二电容的负极连接第七电感 L7 的一端，第七电感 L7 的另一端连接第三磁珠 M3 的一端，第三磁珠 M3 的另一端连接模拟地；

[0022] 第一电容连接在第三共模电感 L3 的两个输入端之间，第三共模电感 L3 的两个输出端之间连接第三电容，第三电容的正极连接第一隔离电源模块 U1 的 +V0 引脚，第三电容的负极连接第一隔离电源模块 U1 的 -V0 引脚，第一隔离电源模块 U1 的 +VI 引脚连接第五电容的正极，第一隔离电源模块 U1 的 -VI 引脚连接第五电容的负极，第一隔离电源模块 U1

的 -VI 引脚和 INH 引脚之间连接第一控制开关 S1；

[0023] 第五电容连接在第一共模电感 L1 的两个输入端之间，第一共模电感 L1 的两个输出端之间连接第七电容，第七电容的正极连接第一磁珠 M1 的一端，第一磁珠 M1 的另一端为 27V 电压输出端；第七电容的负极连接第二磁珠 M2 的一端，第二磁珠 M2 的另一端为参考地 GND；所述激励源继电器切换电路通过 27V 电压输出端和参考地 GND 为电缆通道切换继电器阵列提供工作电源；

[0024] 第二电容连接在第四共模电感 L4 的两个输入端之间，第四共模电感 L4 的两个输出端之间连接第四电容，第四电容的正极连接第二隔离电源模块 U2 的 +V0 引脚，第四电容的负极连接第二隔离电源模块 U2 的 -V0 引脚，第二隔离电源模块 U2 的 +VI 引脚连接第六电容的正极，第二隔离电源模块 U2 的 -VI 引脚连接第六电容的负极，第二隔离电源模块 U2 的 -VI 引脚和 INH 引脚之间连接第二控制开关 S2；

[0025] 第六电容连接在第二共模电感 L2 的两个输入端之间，第二共模电感 L2 的两个输出端之间连接第八电容，第八电容的正极连接第七电容的正极，第八电容的负极连接第七电容的负极。

[0026] 所述主控制器采用 DSP2812 芯片实现。

[0027] 所述 FPGA 的复位逻辑采用上电复位和按键复位两种复位方式，上电复位方式分为 RC 电路复位和逻辑复位；

[0028] 所述 RC 电路复位采用计数器模块实现，当主控制器上电后，计数器模块接收到时钟信号 clk-dsp 开始计数，此时计数器模块的输出端 /rs 输出低电平；当计数器模块的计数时间达到主控制器复位所需要的时间后，计数器模块停止计数，/rs 输出高电平；计数器模块的输出端 /rs 输出的电平信号 /RS1 作为与逻辑的一个复位信号；

[0029] 逻辑复位的信号 /RS2 作为与逻辑的第二个复位信号；

[0030] 按键复位方式的手动复位按钮控制的复位信号 /RS3 作为与逻辑的第三个复位信号；

[0031] 与逻辑的三个复位信号作与逻辑后，输出的信号连接到 DSP2812 的复位管脚作为复位信号。

[0032] 所述 FPGA 的继电器阵列控制逻辑通过二级锁存逻辑来实现对电缆通道切换继电器阵列的控制，所述二级锁存逻辑包括地址译码逻辑和数据锁存逻辑；继电器阵列控制逻辑通过控制电缆通道切换继电器阵列的控制及驱动电路实现对电缆通道切换继电器阵列的控制；

[0033] 电缆通道切换继电器阵列的控制及驱动电路由两个八位锁存器 74HC273 及达林顿驱动阵列 MC1413 组成；

[0034] 使用八位数据 D[7:0] 分别作为两个八位锁存器 74HC273 的输入信号，再由地址信号 A[5:0] 译码得出两组信号 CSA[20:1] 和 CSB[20:1]，该两组信号先与 DSP2812 芯片的写信号 WR 做或逻辑，再经过 D 触发器锁存，得到的输出信号 /ENA[20:1] 和 /ENB[20:1] 作为两个八位锁存器 74HC273 的片选信号，来选择性闭合电缆通道切换继电器阵列中的相应继电器。

[0035] 所述 FPGA 的 LED 灯控制逻辑采用状态机实现，该状态机的输入信号 CANRX 和 CANTX 作为 CAN 总线差分信号；当状态机接收的时钟信号 clk-dsp 为上升沿时，状态机根据

CAN 总线差分信号电平变化情况决定其输出信号 TESTCAN 是否翻转,从而利用 LED 灯闪烁的方式来指示 CAN 通信是否在进行。

[0036] 所述主控制器内部工作的全过程通过 18 个命令函数 cmd1 ~ cmd18 实现:

[0037] 命令函数 cmd1:查找电缆测试控制器命令;该命令函数 cmd1 使电缆测试控制器接收管理主机的命令 1,并对电缆测试控制器编号确认;

[0038] 命令函数 cmd2:命令电缆测试控制器命令;该命令函数 cmd2 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 2,管理主机进行确认;

[0039] 命令函数 cmd3:下载测试数据命令;该命令函数 cmd3 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 3,管理主机开始接收 CAN 总线数据,并将数据保存在外部存储电路中;

[0040] 命令函数 cmd4:通断测试开始测试命令;该命令函数 cmd4 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 4,管理主机开始读取外部存储电路中数据,并进行测试;每测试完一次,将结果保存在外部存储电路中;

[0041] 命令函数 cmd5:电缆测试控制器上传通断、绝缘测试数据命令;该命令函数 cmd5 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 5,管理主机开始读取保存在外部存储电路中的结果,并上传给管理主机;

[0042] 命令函数 cmd6:测试结束命令;该命令函数 cmd6 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 6,管理主机结束测试,电缆测试控制器返回至待机状态;

[0043] 命令函数 cmd7:自检命令;该命令函数 cmd7 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 7,电缆测试控制器进行自检;

[0044] 命令函数 cmd8:修改电缆测试控制器编号命令;该命令函数 cmd8 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 8,电缆测试控制器进行电缆测试控制器编号修改;

[0045] 命令函数 cmd9:绝缘测试开始测试命令;该命令函数 cmd9 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 9,管理主机开始读取外部存储电路中数据,并进行测试;每测完一次,将结果保存在外部存储电路中;

[0046] 命令函数 cmd10:辅助故障定位测试开始测试命令;该命令函数 cmd10 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 10,管理主机开始读取外部存储电路中数据,并进行测试;

[0047] 命令函数 cmd11:振动测试命令;

[0048] 命令函数 cmd12:电缆测试控制器上传振动测试数据命令;该命令函数 cmd12 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 12,管理主机开始读取保存在外部存储电路中的结果,并上传给管理主机;

[0049] 命令函数 cmd13:查询电缆测试控制器状态命令;该命令函数 cmd13 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 13,管理主机读取 EEPROM 中的设置信息;

[0050] 命令函数 cmd14:设置电缆测试控制器状态命令;该命令函数 cmd14 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 14,管理主机读取设置信息,并将设置信息保存在 EEPROM 中;

[0051] 命令函数 cmd15:电缆测试控制器上传状态信息命令;该命令函数 cmd15 使电缆测试控制器将读取的 EEPROM 中的设置信息及当前测试状态上传给管理主机;

[0052] 命令函数 cmd16:设置校准系数命令;该命令函数 cmd16 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 16,管理主机开始接收 CAN 总线数据,并将数据保存在 EEPROM 中;

[0053] 命令函数 cmd17:读取校准系数命令;该命令函数 cmd17 使电缆测试控制器接收到

管理主机命令 17, 电缆测试控制器将读取的 EEPROM 中的校准系数上传给管理主机 ;

[0054] 命令函数 cmd18 :LED 检查命令 ;该命令函数 cmd18 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 18, 电缆测试控制器将点亮 LED 指示灯。

[0055] 本发明的优点 :本发明的主控制器以 DSP2812 芯片为核心, 实时性高, 数据处理能力强, 同时具有强大且高效的硬件资源。集成有增强型 CAN 总线通信接口, 完全支持 CAN2.0B 总线规范, 通过 CAN 接口电路可与管理主机进行 CAN 通信, 而且网络节点的个数理论上不受限制, 易于实现分布式测试。集成有 2×8 通道 12 位 ADC 模块, 可在测试中进行电压 A/D 转换, 其精度满足电缆测试的要求, 无需外扩 AD 芯片, 降低成本。DSP 外扩了 FPGA, 设计相应逻辑, 能够可靠方便地对测试电路进行控制。

[0056] 本发明具有多机分布式测试的能力, 能够对已铺设使用中的电缆进行测试。还具有功能集成度高、体积小、机箱标准化的特点。管理主机软件具有开放的数据库, 能够按照用户自行定义的电缆结构自动完成各测试任务, 由于避免了长距离转接电缆, 测试结果准确度高。

[0057] 本发明基于 CAN 总线进行通信, 实时性好, 可靠性高, 易于进行联机测试 ;且具有丰富的外设接口、强大的控制和数据处理能力, 方便扩展外部较大容量的存储电路。

附图说明

[0058] 图 1 是本发明所述基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器的功能框图 ;

[0059] 图 2 是本发明所述 n 个电缆测试控制器与管理主机及电缆网络形成电缆测试系统时的总体结构示意图 ;其中 n 为正整数 ;

[0060] 图 3 是 FPGA 的复位逻辑的示意图 ;

[0061] 图 4 是 FPGA 的继电器阵列控制逻辑的示意图 ;

[0062] 图 5 是 FPGA 的 LED 灯控制逻辑的示意图 ;

[0063] 图 6 是激励源继电器切换电路的原理图 ;

[0064] 图 7 是电缆通道切换继电器阵列的示意图 ;

[0065] 图 8 是外部存储电路的示意图 ;

[0066] 图 9 是主控制器的流程图 ;

[0067] 图 10 是本发明所述基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器的硬件结构图。

具体实施方式

[0068] 具体实施方式一 :下面结合图 1 和图 2 说明本实施方式, 本实施方式所述基于 CAN 总线通信的电缆测试控制器, 所述测试控制器通过 CAN 总线实现与管理主机之间的通讯, 测试控制器通过转接电缆与电缆网络连接 ;所述测试控制器包括 CAN 接口电路 1、主控制器 2、FPGA3、外部存储电路 4、LED 驱动及显示电路 5、激励源继电器切换电路 6、电缆通道切换继电器阵列 7、电阻分压电路 8 和采样电压调理电路 9,

[0069] CAN 接口电路 1 为 CAN 总线与主控制器 2 之间的接口电路, 用于实现节点逻辑电平和 CAN 总线差动电平之间的电平转换 ;

[0070] 主控制器 2 通过 CAN 接口电路 1 和 CAN 总线实现与管理主机的数据交互、模数转换及电缆网络测试流程的控制 ;

[0071] 主控制器 2 还用于连接外部存储电路 4, 通过外部存储电路 4 存储由管理主机上下载的电缆网络信息, 及保存电缆网络测试结果;

[0072] 主控制器 2 的状态信号输出端连接 LED 驱动及显示电路 5 的状态信号输入端, LED 驱动及显示电路 5 用于指示测试控制器的当前工作状态;

[0073] 主控制器 2 与 FPGA3 连接, FPGA3 用于实现主控制器 2 的复位逻辑、电缆通道切换继电器阵列 7 的继电器阵列控制逻辑和 LED 驱动及显示电路 5 的 LED 灯控制逻辑;

[0074] FPGA3 还输出激励源控制信号给激励源继电器切换电路 6、输出通道切换控制信号给电缆通道切换继电器阵列 7、输出电阻分压控制信号给电阻分压电路 8 及输出调理控制信号给采样电压调理电路 9;

[0075] 激励源继电器切换电路 6 用于输出直流 500V 电压或直流 250V 电压并给电缆通道切换继电器阵列 7 提供工作电源;

[0076] 电缆通道切换继电器阵列 7 用于实现电缆网络的电缆通道选择, 并连接该电缆通道的电缆线束, 获得该电缆线束的电压采样信号; 再将该电压采样信号传递给电阻分压电路 8, 电阻分压电路 8 将电缆线束的电压采样信号分压后传递给采样电压调理电路 9, 采样电压调理电路 9 将调理后的电压采样信号反馈给主控制器 2;

[0077] 激励源继电器切换电路 6 用于输出直流 500V 电压或直流 250V 电压的电路结构由第一电阻 R1、第二电阻 R2、第一磁珠 M1、第二磁珠 M2、第三磁珠 M3、第一电容、第二电容、第三电容、第四电容、第五电容、第六电容、第七电容、第八电容、第一共模电感 L1、第二共模电感 L2、第三共模电感 L3、第四共模电感 L4、第五电感 L5、第六电感 L6、第七电感 L7、第一控制开关 S1、第二控制开关 S2、第三控制开关 S3、第四控制开关 S4、第一隔离电源模块 U1 和第二隔离电源模块 U2 组成, 第一隔离电源模块 U1 和第二隔离电源模块 U2 均为输入 27V、输出 250V 的隔离电源模块; 第一控制开关 S1 和第二控制开关 S2 为常闭型继电器;

[0078] 第三控制开关 S3 的一端连接直流 500V 电压, 第三控制开关 S3 的另一端连接第一电阻 R1 的一端, 第一电阻 R1 的另一端连接第五电感 L5 的一端, 第五电感 L5 的另一端连接第一电容的正极, 第一电容的负极连接第六电感 L6 的一端, 第六电感 L6 的另一端连接第二电阻 R2 的一端, 第二电阻 R2 的另一端连接第四控制开关 S4 的一端, 第四控制开关 S4 的另一端连接直流 250V 电压; 第一电容的负极连接第二电容的正极, 第二电容的负极连接第七电感 L7 的一端, 第七电感 L7 的另一端连接第三磁珠 M3 的一端, 第三磁珠 M3 的另一端连接模拟地;

[0079] 第一电容连接在第三共模电感 L3 的两个输入端之间, 第三共模电感 L3 的两个输出端之间连接第三电容, 第三电容的正极连接第一隔离电源模块 U1 的 +V0 引脚, 第三电容的负极连接第一隔离电源模块 U1 的 -V0 引脚, 第一隔离电源模块 U1 的 +VI 引脚连接第五电容的正极, 第一隔离电源模块 U1 的 -VI 引脚连接第五电容的负极, 第一隔离电源模块 U1 的 -VI 引脚和 INH 引脚之间连接第一控制开关 S1;

[0080] 第五电容连接在第一共模电感 L1 的两个输入端之间, 第一共模电感 L1 的两个输出端之间连接第七电容, 第七电容的正极连接第一磁珠 M1 的一端, 第一磁珠 M1 的另一端为 27V 电压输出端; 第七电容的负极连接第二磁珠 M2 的一端, 第二磁珠 M2 的另一端为参考地 GND; 所述激励源继电器切换电路 6 通过 27V 电压输出端和参考地 GND 为电缆通道切换继电器阵列 7 提供工作电源;

[0081] 第二电容连接在第四共模电感 L4 的两个输入端之间,第四共模电感 L4 的两个输出端之间连接第四电容,第四电容的正极连接第二隔离电源模块 U2 的 +V0 引脚,第四电容的负极连接第二隔离电源模块 U2 的 -V0 引脚,第二隔离电源模块 U2 的 +VI 引脚连接第六电容的正极,第二隔离电源模块 U2 的 -VI 引脚连接第六电容的负极,第二隔离电源模块 U2 的 -VI 引脚和 INH 引脚之间连接第二控制开关 S2 ;

[0082] 第六电容连接在第二共模电感 L2 的两个输入端之间,第二共模电感 L2 的两个输出端之间连接第八电容,第八电容的正极连接第七电容的正极,第八电容的负极连接第七电容的负极。

[0083] 本实施方式所述的电缆测试控制器与管理主机和电缆网络共同组成电缆测试系统时如图 2 所示。

[0084] 测试时,电缆网络通过转接电缆与测试控制器相连。管理主机和测试控制器之间采用 CAN 现场总线进行通讯。管理主机主要提供人机交互的界面,管理用户输入的电缆网络信息,从中提取测试所用信息,并接收处理测试控制器上传的测试数据。电缆测试控制器接收管理主机的电缆网络信息后,自主完成测试并上传测试数据。

[0085] 本实施方式中,主控制器 2 可采用型号为 TMS320F2812 的 DSP 芯片实现。激励源继电器切换电路 6、电缆通道切换继电器阵列 7、电阻分压电路 8 和采样电压调理电路 9 形成电缆测试控制器的测试回路。

[0086] 具体实施方式二:本实施方式对实施方式一作进一步说明,本实施方式所述主控制器 2 采用 DSP2812 芯片实现。

[0087] 具体实施方式三:下面结合图 3 说明本实施方式,本实施方式对实施方式二作进一步说明,本实施方式所述 FPGA3 的复位逻辑采用上电复位和按键复位两种复位方式,上电复位方式分为 RC 电路复位和逻辑复位 ;

[0088] 所述 RC 电路复位采用计数器模块实现,当主控制器 2 上电后,计数器模块接收到时钟信号 clk-dsp 开始计数,此时计数器模块的输出端 /rs 输出低电平 ;当计数器模块的计数时间达到主控制器 2 复位所需要的时间后,计数器模块停止计数, /rs 输出高电平 ;计数器模块的输出端 /rs 输出的电平信号 /RS1 作为与逻辑的一个复位信号 ;

[0089] 逻辑复位的信号 /RS2 作为与逻辑的第二个复位信号 ;

[0090] 按键复位方式的手动复位按钮控制的复位信号 /RS3 作为与逻辑的第三个复位信号 ;

[0091] 与逻辑的三个复位信号作与逻辑后,输出的信号连接到 DSP2812 的复位管脚作为复位信号。

[0092] 具体实施方式四:下面结合图 4 说明本实施方式,本实施方式对实施方式三作进一步说明,本实施方式所述 FPGA3 的继电器阵列控制逻辑通过二级锁存逻辑来实现对电缆通道切换继电器阵列 7 的控制,所述二级锁存逻辑包括地址译码逻辑和数据锁存逻辑 ;继电器阵列控制逻辑通过控制电缆通道切换继电器阵列 7 的控制及驱动电路实现对电缆通道切换继电器阵列 7 的控制 ;

[0093] 电缆通道切换继电器阵列 7 的控制及驱动电路由两个八位锁存器 74HC273 及达林顿驱动阵列 MC1413 组成 ;

[0094] 使用八位数据 D[7:0] 分别作为两个八位锁存器 74HC273 的输入信号,再由地址信

号 A[5:0] 译码得出两组信号 CSA[20:1] 和 CSB[20:1], 该两组信号先与 DSP2812 芯片的写信号 WR 做或逻辑, 再经过 D 触发器锁存, 得到的输出信号 /ENA[20:1] 和 /ENB[20:1] 作为两个八位锁存器 74HC273 的片选信号, 来选择性闭合电缆通道切换继电器阵列 7 中的相应继电器。

[0095] 具体实施方式五: 下面结合图 5 说明本实施方式, 本实施方式对实施方式四作进一步说明, 本实施方式所述 FPGA3 的 LED 灯控制逻辑采用状态机实现, 该状态机的输入信号 CANRX 和 CANTX 作为 CAN 总线差分信号; 当状态机接收的时钟信号 clk-dsp 为上升沿时, 状态机根据 CAN 总线差分信号电平变化情况决定其输出信号 TESTCAN 是否翻转, 从而利用 LED 灯闪烁的方式来指示 CAN 通信是否在进行。

[0096] 具体实施方式六: 下面结合图 1 至图 10 说明本实施方式, 本实施方式对实施方式五作进一步说明, 本实施方式所述主控制器 2 内部工作的全过程通过 18 个命令函数 cmd1 ~ cmd18 实现:

[0097] 命令函数 cmd1: 查找电缆测试控制器命令; 该命令函数 cmd1 使电缆测试控制器接收管理主机的命令 1, 并对电缆测试控制器编号确认;

[0098] 命令函数 cmd2: 命令电缆测试控制器命令; 该命令函数 cmd2 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 2, 管理主机进行确认;

[0099] 命令函数 cmd3: 下载测试数据命令; 该命令函数 cmd3 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 3, 管理主机开始接收 CAN 总线数据, 并将数据保存在外部存储电路 4 中;

[0100] 命令函数 cmd4: 通断测试开始测试命令; 该命令函数 cmd4 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 4, 管理主机开始读取外部存储电路 4 中数据, 并进行测试; 每测试完一次, 将结果保存在外部存储电路 4 中;

[0101] 命令函数 cmd5: 电缆测试控制器上传通断、绝缘测试数据命令; 该命令函数 cmd5 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 5, 管理主机开始读取保存在外部存储电路 4 中的结果, 并上传给管理主机;

[0102] 命令函数 cmd6: 测试结束命令; 该命令函数 cmd6 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 6, 管理主机结束测试, 电缆测试控制器返回至待机状态;

[0103] 命令函数 cmd7: 自检命令; 该命令函数 cmd7 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 7, 电缆测试控制器进行自检;

[0104] 命令函数 cmd8: 修改电缆测试控制器编号命令; 该命令函数 cmd8 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 8, 电缆测试控制器进行电缆测试控制器编号修改;

[0105] 命令函数 cmd9: 绝缘测试开始测试命令; 该命令函数 cmd9 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 9, 管理主机开始读取外部存储电路 4 中数据, 并进行测试; 每测完一次, 将结果保存在外部存储电路 4 中;

[0106] 命令函数 cmd10: 辅助故障定位测试开始测试命令; 该命令函数 cmd10 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 10, 管理主机开始读取外部存储电路 4 中数据, 并进行测试;

[0107] 命令函数 cmd11: 振动测试命令;

[0108] 命令函数 cmd12: 电缆测试控制器上传振动测试数据命令; 该命令函数 cmd12 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 12, 管理主机开始读取保存在外部存储电路 4 中的结果, 并上传给管理主机;

[0109] 命令函数 cmd13 : 查询电缆测试控制器状态命令 ; 该命令函数 cmd13 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 13, 管理主机读取 EEPROM 中的设置信息 ;

[0110] 命令函数 cmd14 : 设置电缆测试控制器状态命令 ; 该命令函数 cmd14 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 14, 管理主机读取设置信息, 并将设置信息保存在 EEPROM 中 ;

[0111] 命令函数 cmd15 : 电缆测试控制器上传状态信息命令 ; 该命令函数 cmd15 使电缆测试控制器将读取的 EEPROM 中的设置信息及当前测试状态上传给管理主机 ;

[0112] 命令函数 cmd16 : 设置校准系数命令 ; 该命令函数 cmd16 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 16, 管理主机开始接收 CAN 总线数据, 并将数据保存在 EEPROM 中 ;

[0113] 命令函数 cmd17 : 读取校准系数命令 ; 该命令函数 cmd17 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 17, 电缆测试控制器将读取的 EEPROM 中的校准系数上传给管理主机 ;

[0114] 命令函数 cmd18 : LED 检查命令 ; 该命令函数 cmd18 使电缆测试控制器接收到管理主机命令 18, 电缆测试控制器将点亮 LED 指示灯。

[0115] 本实施方式中, 主控制器 2DSP2812 的内部设置有 18 个命令函数, DSP 自检通过后, 在等待过程中接收到管理主机的命令, 执行相应的函数。

[0116] 本实施方式中, 主控制器 2 首先对系统时钟、中断向量列表、eCAN 单元、AD 单元等进行初始化。初始化完成后, 为了确认 CAN 通信、SRAM 读写正常, 对 eCAN 模块及外部存储电路进行自检。自检结果正常后等待管理主机指令。当采用图 2 所示的多个电缆测试控制器对电缆网络进行测试时, 主控制器 2 接收到指令后将指令中主控制器 2 编号与本机编号比较, 若相同则响应该指令, 读取指令内容并执行指令。若不同则判断该指令是否为设置主控指令, 若是设置主控指令, 则将本机作为协测机并进入协测机测试流程, 若不是设置主控指令, 则不响应该指令, 直接返回等待接收管理主机指令状态。

[0117] 本发明所述的电缆测试控制器, 用于对电缆线束在使用及维护过程中存在的错接、短路、断路、绝缘老化、耐压性能变差等问题的测试。其技术指标如下 :

[0118] 1、测量通道 : 160 路 ;

[0119] 2、通断测试 : 电阻测量范围 $0 \sim 3k\Omega$, 测试精度 $\pm 2.5\%$;

[0120] 3、绝缘测试 : 电阻测量范围 $0.5M\Omega \sim 1G\Omega$, 测量精度 $\pm 5\%$ 。测量直流电压含 500V、250V 两档 ;

[0121] 4、供电要求 : DC27V, 1A。

[0122] 本发明所述测试控制器的硬件结构设计如下 :

[0123] 电缆测试控制器由底板、两个继电器阵列板、功能指示板、19 英寸 1U 机箱构成。硬件结构如图 10 所示, 底板是控制器的核心, 实现与管理主机通讯和数据传输、测试激励产生和被测电压信号采集、控制其他单元工作等功能。继电器阵列板由继电器阵列、继电器控制信号锁存电路及驱动电路组成, 实现连接电缆线束及电缆通道选择功能, 能够同时锁定 160 路测试通道中的任意两路通道。功能指示单元由 LED 指示灯和复位按钮组成, 实现控制器状态指示及手动复位功能。底板和功能指示板由 FFC 软排线连接, 底板和两块继电器阵列板分别由 40 芯软排线连接。

[0124] 电缆测试控制器机箱设计为标准 19 英寸、1U 高度。组装完成后, 前面板包含 LED 功能指示及 4 个电缆连接器插座, 后面板包含供电、CAN 信号接口、时域反射计接口。更适合于工业运用。相比同类设备体积更小, 结构紧凑美观。

[0125] 激励源继电器切换电路 6 的设计：

[0126] 综合电缆绝缘试验相关要求标准及待测试电缆电压等级等因素，绝缘测试激励源设计为直流电压 250V、500V 可选。具体电路如图 6 所示。

[0127] 图 6 中，U1、U2 为两个相同的输入 27V 输出 250V 隔离电源模块，具体指标及要求如下：

[0128] 1) 电源模块输出限流 1 毫安；

[0129] 2) 电源模块输出电压纹波小于 1%。该纹波参数参照了 GB3048.5-2007-T 对绝缘测试激励源的要求；

[0130] 3) 电源模块带有输出控制端，保证在进行非绝缘测试时，电源模块不工作。不仅增强了电路安全性并且延长了电源模块的寿命。

[0131] 电源模块的 2、3 脚为输出控制脚，当控制开关 S1、S2 闭合，控制引脚短路连接，电源模块停止电压输出。开关 S1、S2 使用常闭型继电器实现，常态下继电器闭合，电源模块不工作，保证了电路安全性。在电源模块输入输出端都设计了电容和共模电感滤波电路。共模电感 L1、L2、L3、L4 的作用是一个双向滤波器，一方面能滤除信号线上共模电磁干扰，另一方面又能抑制本身不向外发出电磁干扰，避免影响同一电磁环境下其他电子设备的正常工作。27V 供电输电线和输出接地线上都串接磁珠 M1 至 M3，前者的作用是滤除供电电压中的高频电压干扰，后者的作用是滤除电源模块输出纹波对地的串扰影响，增强电路稳定性，使 AD 转换结果更加稳定。250V 和 500V 直流电压输出都分别串接了电感和兆欧级电阻，电感的作用是防止继电器切换测试通道时测试回路中电流突变导致系统运行故障。串联较大阻值的电阻起保护作用，确保当电缆绝缘性能很差甚至短路的情况时，测试回路中采样电阻分压的电压值不会烧坏 IC 芯片。

[0132] 电源模块在电路设计上实现了高低压电路的隔离，采取过压保护技术，在制作 PCB 板时严格按照相关标准进行，能够确保电路的安全性能。

[0133] 电缆通道切换继电器阵列 7 的设计：

[0134] 电缆测试控制器测试通道为 160 路，外部电缆网络通过转接电缆与通道切换电路相连。测试时要求能够将其中任意一个或者两个通道同时接入测试回路中。考虑到绝缘测试中使用 500V 直流电压进行测试，采用工作电压为 1000V 的德国 MEDER 干簧继电器 LI05 组成继电器阵列来实现测试通道切换功能。测试通道切换电路如图 7 所示。

[0135] 图中 S1-S160 为 A 组、S1'-S160' 为 B 组，总共 320 个继电器组成继电器阵列。Ai 和 Bi 分别为 A 组和 B 组继电器阵列的公共端，公共端把通道切换电路接入测试回路中。为每个电缆通道分别通过一个继电器与公共端 Ai 或者 Bi 相连。当需要测试其中某两个通道时，通过逻辑控制闭合相应继电器，一个通道接入公共端 Ai，另一个通道接入公共端 Bi，即可将两个通道之间的电缆接入测试回路中。

[0136] 采用高工作额定电压的干簧继电器组成阵列来作为通道切换电路，控制逻辑简单，增强了控制器的可靠性和稳定性。

[0137] 外部存储电路 4 的设计：

[0138] 每台电缆测试控制器的 DSP 外部扩展了 1M 容量的静态 RAM，用于存放上位管理计算机下载到电缆测试控制器的电缆网信息，以及保存测试结果。1M 的静态 RAM 由 2 片 IS61LV51216 芯片构成，每片 IS61LV51216 拥有 512K×16bit 的容量。外扩存储器电路原理

图如图 8 所示。

[0139] FPGA3 的逻辑设计：

[0140] 复位逻辑是为了满足 DSP 上电后自动加载 FLASH 中的程序，并在内部程序运行异常时自动重新加载程序的需要，设计的可靠的复位电路。复位逻辑单元如图 3 所示。

[0141] 继电器阵列控制逻辑是为了实现对继电器阵列的控制。

[0142] LED 灯控制逻辑为了指示管理主机与测试控制器是否正在进行 CAN 通信。

[0143] 通讯命名格式定义：CAN 总线一次发送或接收 8 字节数据 DATA[0] ~ DATA[7]，各命令对应的 8 字节数据定义如下表所示：

[0144]

命令号	MDL				MDH			
	Data[0]	Data[1]	Data[2]	Data[3]	Data[4]	Data[5]	Data[6]	Data[7]
Cmd1	—	—	命令号 1	主机 编号	—	—	—	—
Cmd2	—	测试 方式	命令号 2	主机 编号	—	—	断路 阻值	
Cmd3	从机 编号	从机 针号	命令号 3	主机 编号	主机 针号	从机 编号	从机 针号	主机 针号
Cmd4			命令号 4	主机 编号	—	—	—	—
Cmd5	被测电缆阻值				被测电缆序号			
Cmd6	—	—	命令号 6	主机 编号	—	—	—	—
Cmd7	—	—	命令号 7	主机 编号	—	—	—	—
Cmd8	—	新测试 机编号	命令号 8	主机 编号	—	—	—	—
Cmd9	通电 时间(s)	电压 档位	命令号 9	主机 编号	—	—	—	—
Cmd10	—	—	命令号 10	主机 编号	—	—	—	—
Cmd11	—	—	命令号 11	主机 编号	采样时间 (s)		采样时间间隔 (ms)	
Cmd12					断路结果 次数			被测电 缆序号
Cmd13	—	—	命令号 13	主机 编号	—	—	—	—
Cmd14	总芯	连接	命令号	主机	—	—		软件

[0145]

	线数	头数	14	编号				版本号
Cmd15	总芯 线数	连接 头数	—	—	—	—	测试机 状态	软件 版本号
Cmd16	偏置误差系数 (100*b)		命令号 16	主机 编号	增益误差系数 (100*k)			符号位
Cmd17	偏置误差系数 (100*b)				增益误差系数 (100*k)			符号位
Cmd99	—	—	命令号 99	主机 编号	—	—	—	—

5

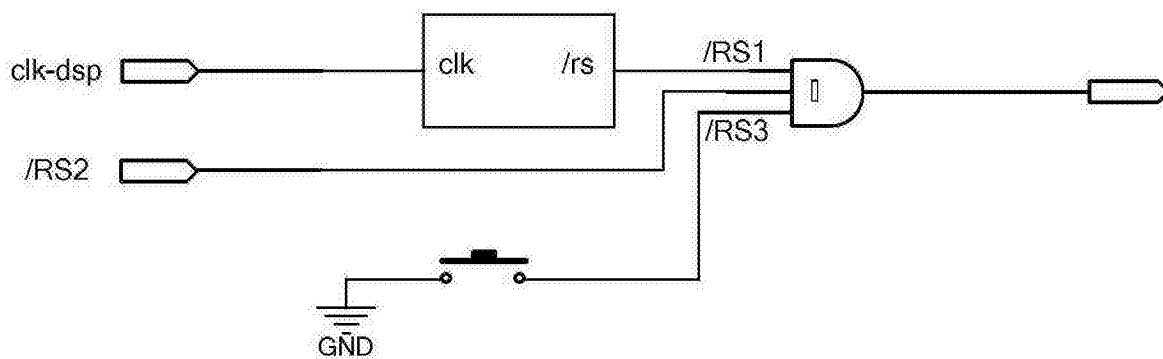


图 3

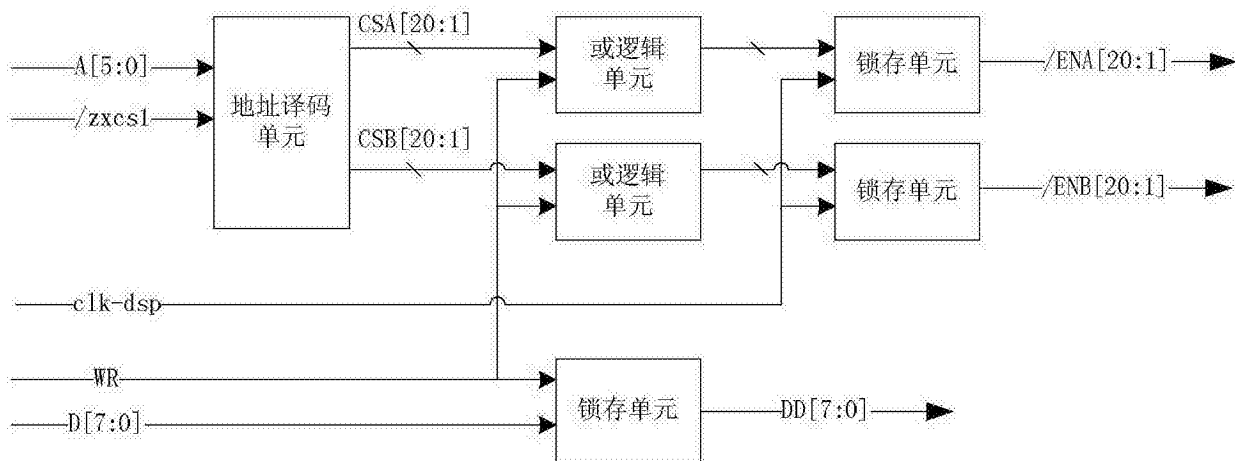


图 4

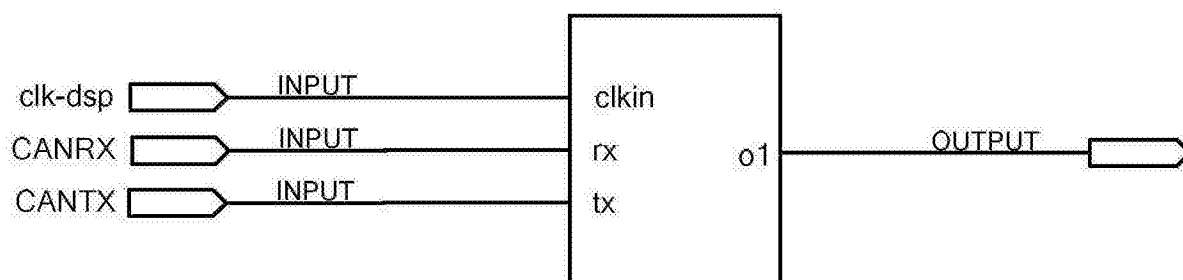


图 5

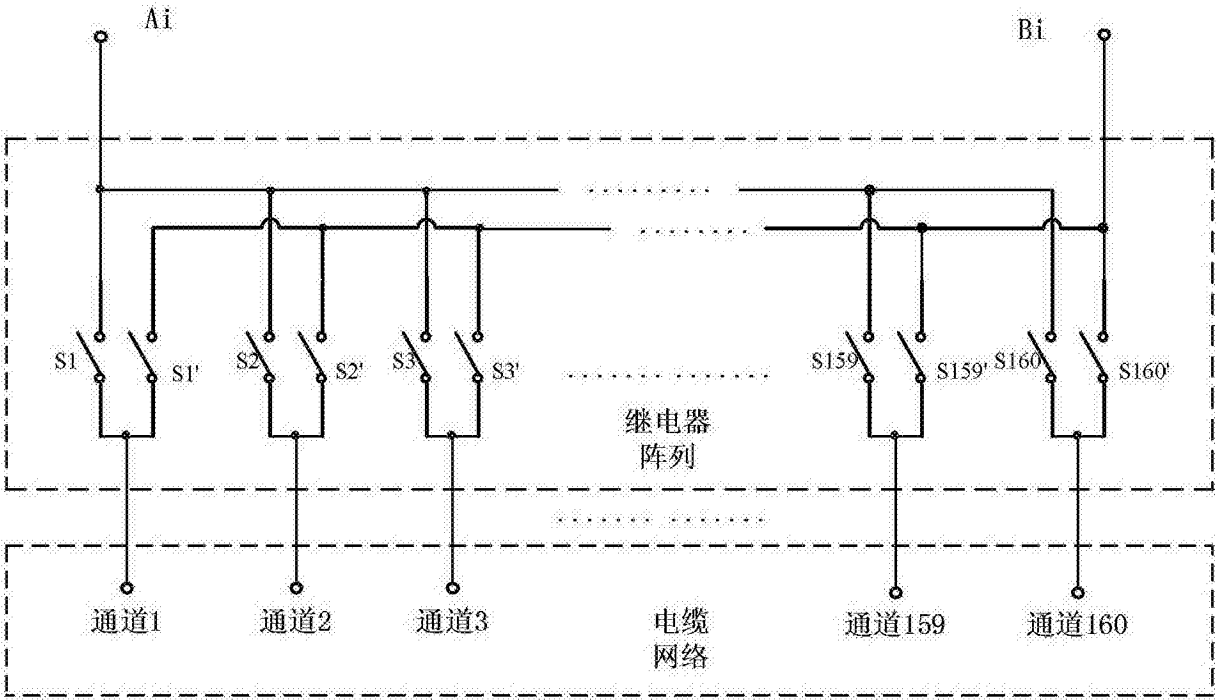


图 7

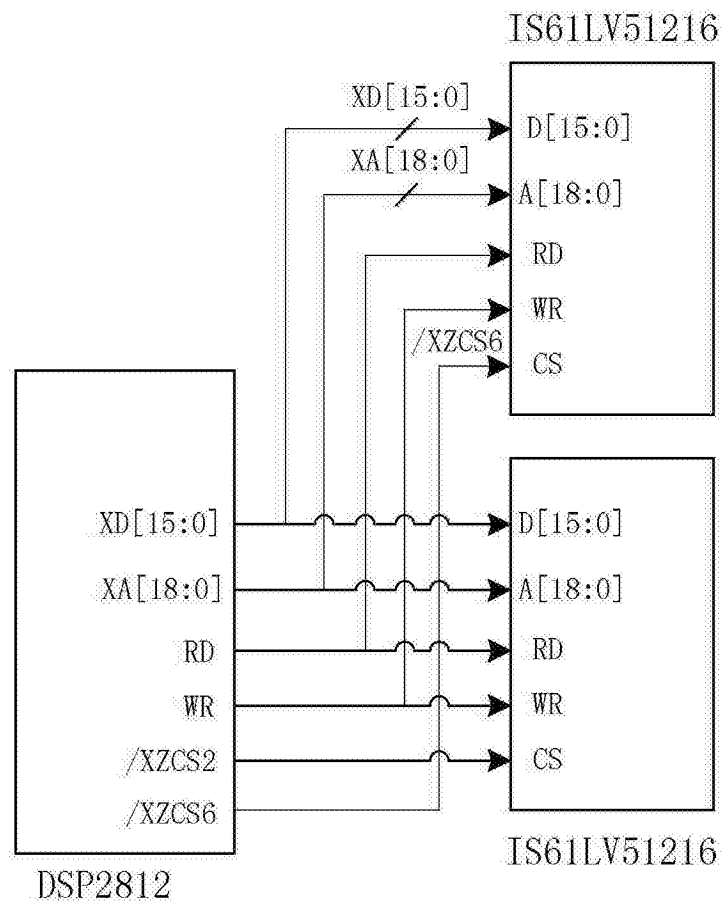


图 8

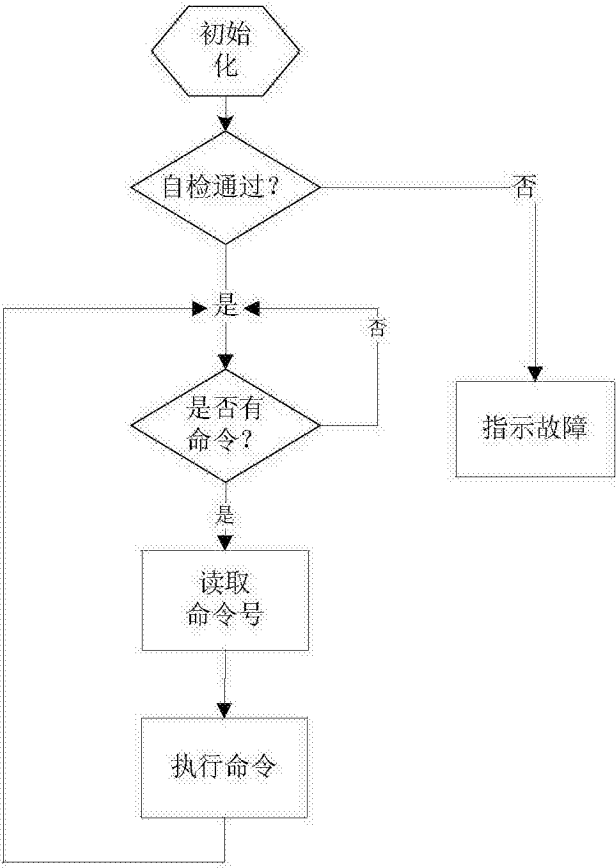


图 9

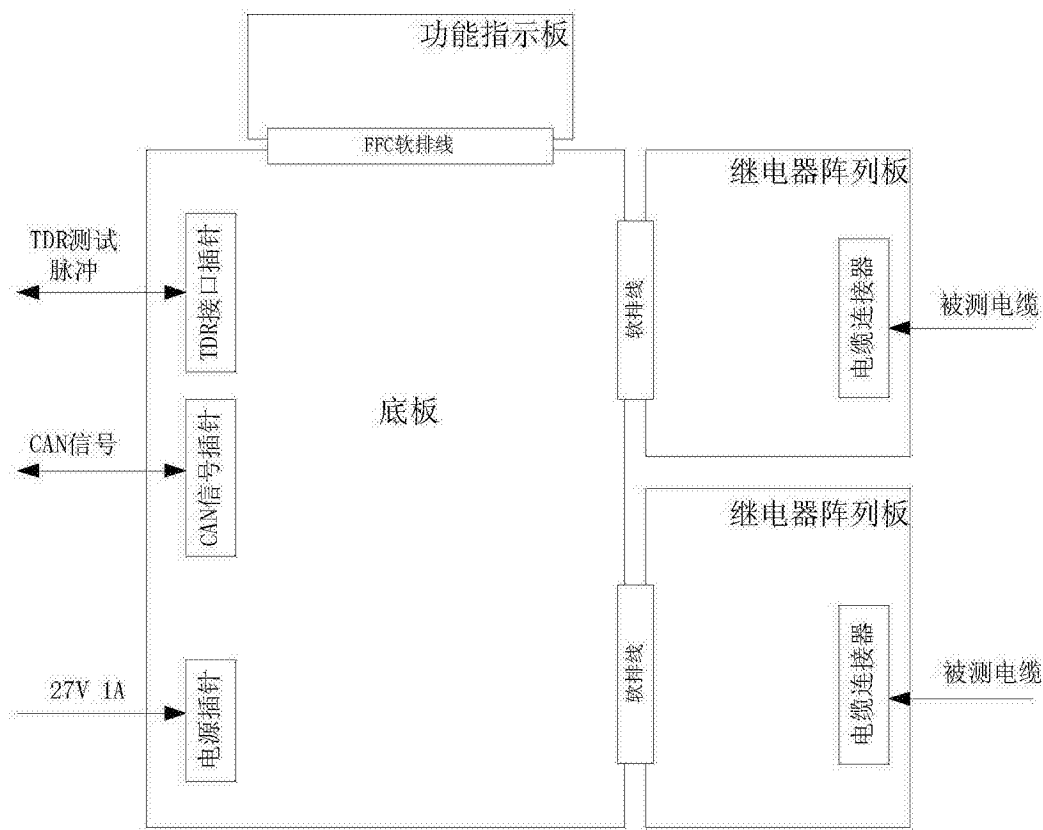


图 10