(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113933552 B
(45)授权公告日 2024.07.05

(21)申请号 202010605362.9

(22)申请日 2020.06.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113933552 A

(43)申请公布日 2022.01.14

(73)专利权人 北京三清互联科技有限公司
地址 102206 北京市昌平区沙河镇昌平路97号6幢603A

(72)发明人 魏文辉 张文凯 霍光辉 魏建功 张锋

(74)专利代理机构 北京市广友专利事务所有限责任公司 11237
专利代理师 张仲波

(51)Int.Cl.
G01R 1/28(2006.01)
G01R 1/04(2006.01)
G01R 31/08(2006.01)
G05B 19/04(2006.01)
H05K 7/20(2006.01)

(56)对比文件
CN 103928859 A,2014.07.16
CN 110783889 A,2020.02.11

审查员 单杰飞

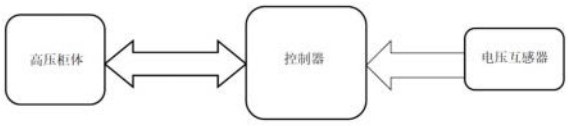
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

一种外施信号发生装置及控制器

(57)摘要

本发明公开了一种外施信号发生装置及控制器，该控制器包括罩壳、底座、电路板、GPRS模块和电源模块；其中，罩壳扣装在底座上，底座上设有机构支架，电路板、GPRS模块和电源模块安装在机构支架上，位于罩壳和底座所围成的腔体中。该外施信号发生装置包括上述的控制器、高压部分和电压互感器；其中，控制器与高压部分采用分体式设计，控制器与高压部分及电压互感器采用航空插头电连接。本发明的外施信号发生装置的控制器采用罩式结构，且和高压部分采用分体式设计，便于在不停电时进行控制器的维护；高压部分采用三相支柱式结构，外绝缘采用环氧树脂和硅橡胶复合绝缘方式，并且在真空灭弧室和绝缘套筒之间采用橡胶套管，体积小且性能更好。



CN 113933552 B

1.一种外施信号发生装置,其特征在于,所述外施信号发生装置包括控制器、高压部分和电压互感器;其中,

所述控制器包括:罩壳、底座、电路板、GPRS模块以及电源模块;其中,所述罩壳扣装在所述底座上,所述底座上设置有机构支架,所述电路板、所述GPRS模块,以及所述电源模块均安装在所述机构支架上,且所述电路板、所述GPRS模块,以及所述电源模块位于所述罩壳和所述底座所围成的腔体中;

所述GPRS模块和所述电源模块分别与所述电路板电连接;

所述控制器与所述高压部分采用分体式设计,所述控制器与所述高压部分采用航空插头电连接,所述电压互感器与所述控制器采用航空插头电连接;

所述高压部分的绝缘结构采用三相支柱式结构,接触器外置,外绝缘采用环氧树脂和硅橡胶复合绝缘方式,并且在真空灭弧室和绝缘套筒之间采用橡胶套管。

2.如权利要求1所述的外施信号发生装置,其特征在于,所述控制器还包括指示灯,所述指示灯与所述电路板电连接。

3.如权利要求1所述的外施信号发生装置,其特征在于,所述控制器还包括超级电容,所述超级电容与所述电源模块电连接。

4.如权利要求3所述的外施信号发生装置,其特征在于,所述电路板包括处理器主板和驱动板;其中,所述处理器主板用于录波及硬件加密;所述处理器主板具有五路遥信输入,并预留直流采集通道,用于采集所述超级电容充电电压。

5.如权利要求4所述的外施信号发生装置,其特征在于,所述处理器主板上预留驱动板插座,所述驱动板上布置四个继电器,实现电气闭锁,兼容所述驱动板插座。

6.如权利要求1所述的外施信号发生装置,其特征在于,所述电路板还包括信号采集底板;其中,所述信号采集底板用于采用PT式采样的方式,将电压信号转换为电流信号,以实现五路模拟量的信号采集。

一种外施信号发生装置及控制器

技术领域

[0001] 本发明涉及配电线路故障监测技术领域,特别涉及一种外施信号发生装置及控制器。

背景技术

[0002] 外施信号发生装置是配电线路出现接地故障时,在线路上施加特定信号的装置,是外施信号型远传故障指示器的配套设备,是外施信号型远传故障指示器接地判断的基石。目前的外施信号发生装置存在以下问题:1、控制部分和高压柜一体化,不利于控制部分调试及维修,即使是控制器部分的微小损坏,也必须进行系统停电,整体维修;2、电磁兼容性差,控制器部分设计时没有考虑电磁兼容性,存在误动、单板重启等问题;3、高低温性能不符合规范C3级别要求(—40～+70);4、真空接触器置于空气绝缘柜内,为适用高海拔的绝缘需要,致使箱体尺寸较大,不适应对空间要求较高的场合;5、高压柜防护等级IP54,易受现场污秽、凝露、海拔、高低温等影响,发生生锈、闪络等质量问题。

发明内容

[0003] 本发明提供了一种外施信号发生装置及控制器,以解决现有的外施信号发生装置不利于控制部分调试及维修,箱体尺寸较大等技术问题。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明提供了如下技术方案:

[0005] 一方面,本发明提供了一种控制器,所述控制器包括:罩壳、底座、电路板、GPRS模块以及电源模块;其中,

[0006] 所述罩壳扣装在所述底座上,所述底座上设置有机构支架,所述电路板、所述GPRS模块,以及所述电源模块均安装在所述机构支架上,且所述电路板、所述GPRS模块,以及所述电源模块位于所述罩壳和所述底座所围成的腔体中;

[0007] 所述GPRS模块和所述电源模块分别与所述电路板电连接。

[0008] 进一步地,所述控制器还包括指示灯,所述指示灯与所述电路板电连接。

[0009] 进一步地,所述控制器还包括超级电容,所述超级电容与电源模块电连接。

[0010] 进一步地,所述电路板包括处理器主板和驱动板;其中,所述处理器主板用于录波及硬件加密;所述处理器主板具有五路遥信输入,并预留直流采集通道,用于采集所述超级电容充电电压。

[0011] 进一步地,所述处理器主板上预留驱动板插座,所述驱动板上布置四个继电器,实现电气闭锁,兼容所述驱动板插座。

[0012] 进一步地,所述电路板还包括信号采集底板;其中,信号采集底板用于采用PT式采样的方式,将电压信号转换为电流信号,实现五路模拟量的信号采集。

[0013] 另一方面,本发明还提供了一种外施信号发生装置,所述外施信号发生装置包括上述的控制器、高压部分和电压互感器;其中,

[0014] 所述控制器与所述高压部分采用分体式设计,所述控制器与所述高压部分采用航

空插头电连接,所述电压互感器与所述控制器采用航空插头电连接。

[0015] 进一步地,所述高压部分的绝缘结构采用三相支柱式结构,接触器外置,外绝缘采用环氧树脂和硅橡胶复合绝缘方式,并且在真空灭弧室和绝缘套筒之间采用橡胶套管。

[0016] 本发明提供的技术方案带来的有益效果至少包括:

[0017] 本发明的外施信号发生装置的控制器部分的主板采用罩式FTU主板,底板在罩式FTU底板的基础上进行改版,以适应小信号电流式电压信号的采集,并且控制器部分和高压部分采用分体式设计,高压部分与控制器部分采用航空插头进行连接,以便于维护人员在不停电时进行控制器的维护。高压部分在目前的外施信号发生装置的基础上,采用三相支柱式结构,外绝缘采用环氧树脂和硅橡胶复合绝缘方式,并且在真空灭弧室和绝缘套筒之间采用橡胶套管,从而有利于大功率电阻的散热,在紫外线、潮湿、高盐度和其他腐蚀条件下的性能得到了很大提高,在吸收冲击力、抗破碎和抗裂缝扩散等方面具有良好的性能。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0019] 图1是单相接地故障发生后故障线路段需产生的典型特征信号示意图;

[0020] 图2是本发明实施例提供的控制器的结构示意图;

[0021] 图3是本发明实施例提供的处理器主板原理图;

[0022] 图4是本发明实施例提供的处理器主板PCB接口端子规划示意图;

[0023] 图5是本发明实施例提供的驱动板电路图;

[0024] 图6是本发明实施例提供的信号采集底板的电路图;

[0025] 图7是本发明实施例提供的控制器的结构框图;

[0026] 图8是本发明实施例提供的外施信号发生装置的结构框图。

具体实施方式

[0027] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0028] 请参阅图1至图8,本实施例提供了一种外施信号发生装置及控制器;其中,本实施例的外施信号发生装置所实现的功能如下:

[0029] 1、接地故障识别功能

[0030] 当系统发生单相接地故障时,装置检测到零序电压升高到设定值并持续一定时间后,控制内部的高压开关投入,使故障线路上的负荷电流叠加一个与开关动作规律相同的特征电流信号作为接地故障判据,特征电流流经故障线路、接地故障点和大地后返回外施信号发生装置。安装在线路上的故障指示器检测到该电流信号后给出告警信息。

[0031] 2、特征信号产生功能

[0032] 在单相接地故障发生后能够使故障线路段产生具有图1规定的特征电流信号△I,作为接地故障检测判据。外施信号产生的最大电流不大于60A。

[0033] 具体参数要求如下：

[0034] △T1:120ms(±20ms)；

[0035] △T2:800ms(±10ms)；

[0036] △T3:1000ms(±10ms)；

[0037] △I＝I2-I1,最小值不小于10A；

[0038] 每次单相接地故障产生的特征序列不少于4个。

[0039] 3、投切控制功能

[0040] 当接地故障发生后,装置控制故障相开关短时合闸进行熄弧,同时启动录波。如果熄弧成功,处理结束;如果故障依然存在,装置首先控制故障相的超前相对应的开关按照一定规律进行合分动作,以产生图1所示的特征信号,然后再控制滞后相对应的开关按照同样的规律进行合分动作。

[0041] 4、录波功能

[0042] 每次启动投切后,应记录整个投切过程的电流、电压和开关动作波形,便于以后分析。

[0043] 录波内容:零序电压、投切开关合分状态和产生的电流波形；

[0044] 录波速率:不小于1.6kHz；

[0045] 录波长度:投切全过程；

[0046] 启动时间:不小于启动投切前0.5s；

[0047] 数据格式:Comtrade 1999；

[0048] 采用CFG和DAT两个文件,CFG文件采用ASCII码格式,DAT文件采用二进制格式；

[0049] 可存储历史录波文件不小于10个,循环存储。

[0050] 5、熄弧功能

[0051] 当线路发生接地时,装置应首先控制接地相进行熄弧操作,消除非稳定性接地故障。如果熄弧不成功,则按照图1要求的规律进行投切。

[0052] 6、接地线断线检测

[0053] 当开始产生图1要求的外施信号时,装置应能根据投切时是否有特征电流信号来判断接地线是否断线,若检测到接地线处于断线状态,则应立刻停止投切,并上报主站。

[0054] 7、操作闭锁功能

[0055] 对于线路型外施信号发生装置,当内部有一个开关闭合时,应通过电气回路或机械结构闭锁内部其他开关的合闸功能。

[0056] 8、安全防护功能

[0057] 一次侧柜门带电源开关联动机构,当柜门开启时,整个设备二次回路断电。

[0058] 9、通信要求

[0059] 通讯机制

[0060] 与配电主站之间的通信应满足《配电自动化系统应用DL/T 634.5101-2002实施细则》,信息体地址的分配应符合规定；

[0061] 能实时上送三相电压、零序电压等遥测信息；

[0062] 能实时上送交流电源失电、接地线断线等告警信息；

[0063] 特征信号产生完成后,通过无线公网等通信方式向配电主站上送动作信息。

[0064] 10、对时及守时

[0065] 装置应支持主站及北斗或其他同步时钟装置对时,守时精度≤2s/24h。

[0066] 本实施例的外施信号发生装置的技术指标如下:

[0067] 1、基本性能指标

[0068] 电压采集范围:嵌入式电阻型电子PT输入,0～12kV;

[0069] 故障启动投切误差应不大于±1%,高低温运行环境下启动投切误差应不大于±1%;

[0070] 控制器应具备后备电源,采用超级电容,持续供电时间不少于2分钟。

[0071] 2、功率消耗

[0072] 整机正常运行功耗应不大于25VA;

[0073] 投切时的最大功耗应不大于2000VA;

[0074] 额定相电压下单个电子PT的额定功率:不大于2W。

[0075] 3、维护功能

[0076] 装置应支持就地维护功能;

[0077] 接地故障的判断启动条件;

[0078] 遥测、遥信信息点表可设;

[0079] 可以在本地将录波文件导入维护软件进行查看。

[0080] 基于上述,本实施例的控制器的外表如图2所示,其包括:罩壳1、底座2、电路板、GPRS模块以及电源模块;其中,电路板包括处理器主板、驱动板和信号采集底板;处理器主板采用罩式配电开关监控终端FTU主板,信号采集底板在罩式FTU底板的基础上进行改版,以适应小信号电流式电压信号的采集;电源模块采用独立的电容充电模块电源,后备电源采用超级电容。

[0081] 需要说明的是,罩式FTU(配电开关监控终端)是现有的配电终端产品,大批量的现场运行、多次的型式试验及专项检测,验证了罩式FTU硬件平台的可靠性、稳定性。因此可以把罩式FTU硬件平台移植到外施信号发生装置上来,外施信号发生装置控制器部分的设计参考箱式配电终端,采用分体式结构,使得该类设备的一二次安装、维护等与成套柱上开关(含FTU)基本一致,用户维护人员可快速适应,方便在不停电时进行控制器的维护。

[0082] 其中,罩壳1扣装在底座2上,底座2上设置有机构支架,电路板、GPRS模块,以及电源模块均安装在机构支架上,且电路板、GPRS模块,以及电源模块位于罩壳1和底座2所围成的腔体中;GPRS模块、电源模块、指示灯分别与电路板电连接。超级电容与电源模块电连接。

[0083] 具体地,处理器主板基于STM32F417芯片设计,原理图设计及PCB接口端子规划如图3和图4所示,处理器主板用于实现录波及硬件加密,满足外施信号发生装置需求;处理器主板具有五路遥信输入,以满足外施信号发生装置遥信需求;并预留直流采集通道,用于采集超级电容充电电压。

[0084] 处理器主板上预留驱动板插座,外施信号发生装置输出回路需要四路,利用主板上的电池活化继电器输出作为预选继电器的DC24V控制电源。驱动板上布置四个HF18FF继电器,实现电气闭锁,兼容驱动板插座,电路如图5所示。

[0085] 表1驱动板端口

[0086]

1	2	3	4	5	6	7

AC200L	AC200N	OUTA	OUTB	OUTC	024V+	24V-

[0087] 外施信号发生装置需要采集五路模拟量,Ua、Ub、Uc、Uz、Io;罩式FTU底部有七路模拟量输入端口,可以满足需求。外施信号发生装置额定输入为小信号,同时还需要考虑EMC防护,因此,信号采集底板设计采用PT式采样,将电压信号转换为电流信号,而PT可以满足隔离和EMC的防护,具体地,信号采集底板的电路设计如图6所示。

[0088] 控制器整机集成上述的电路板、指示灯、超级电容充电管理模块、GPRS模块、时间继电器、空开、航插等组件。超级电容根据测试结果,容量至少4F以上。电源输入及控制输出通过航插连接。控制器的结构框图如图7所示。电源航插端口和控制航插端口如表2和表3所示。

[0089] 表2电源航插端口

[0090]

电源航插	1	2
	AC200L	AC200N

[0091] 表3控制航插端口

[0092]

控制	1	2	3	4	5	6	7	8	9	20	11	12	13	14

[0093]

航插	OUIA	OUIB	OUIC	COM	Ua	Ub	Uc	Ucom	IO	In	YXa	YXb	YXc	YXcom

[0094] 上述控制器所实现的功能如下:

[0095] 1、测量并监控电路电压电流

[0096] 测量并显示6路交流电压电流值及2路直流量值。

[0097] 2、外部遥信检测

[0098] 实时读取外部遥信值并显示,遥信功能可配置,包括:开关A/B/C合状态,电池/电容电压低,温度异常等。带SOE。

[0099] 3、三相遥控输出

[0100] 可控制三相开关分别的闭合一定时间,三相开关互为闭锁,其中一相合时闭锁其他两相。含遥信状态和SOE,需定时或手动复归。

[0101] 4、接地故障检测及故障相判断

[0102] 根据实时零序电压及三相电压,判断接地故障及故障相,可启动录波,带遥信变位,SOE及FA记录,需定时或手动复归。

[0103] 其中接地判据既可以为零序电压,也可以为三相电压,以及三相电压的相位关系,也可以都判,逻辑关系可配置。

[0104] 零序电压动作值,三相电压动作值,延时值及功能投退可设置。

[0105] 5、熄弧功能

[0106] 装置在检测到接地故障后,经一定延时A后,若零序电压仍未消失,则启动故障相开关合,进行熄弧操作。熄弧过程中若零序电压消失,则熄弧成功,立刻退出熄弧操作。熄弧过程及熄弧结果(失败)有遥信指示及SOE;

[0107] 延时A,熄弧时间,及功能投退可设置。

[0108] 6、投切功能

[0109] 装置在完成之前过程后(故障选线或熄弧或其他相特征输出),经一定延时B后,启

动超前相特征电流输出,再经一定延时C后,启动滞后相特征电流输出。投切过程中,若零序电压消失,则认为接地故障排除,立刻结束特征电流输出。投切过程及特征电流有效与否均有遥信指示及SOE。

[0110] 若重发次数N设为>0,在进行一轮投切并结束延时闭锁后,若故障仍然存在,可以再进N轮投切操作。一般设为0或1。

[0111] 延时B/C,投切时间T1/2/3,重发次数以及功能投退均可设置。

[0112] 7、接地线断线告警功能

[0113] 若熄弧或投切过程中相电流低于接地线断线定值,则认为接地线断线,立刻结束投切操作,并告警;含遥信及SOE,需定时或手动复归。

[0114] 无流定值,延时及投退均可设置。

[0115] 8、三相过压和欠压告警功能

[0116] 三相电压单独检测,过压,或者欠压后都经延时告警。含遥信及SOE,自动复归;

[0117] 过压定值/延时/投退,欠压定值/延时/投退均可单独设置。

[0118] 9、PT断线告警功能

[0119] 若三相电压其他两相正常,而另一相电压接近于零,则认为PT断线,经延时告警。告警状态下闭锁所有熄弧或投切的操作。含遥信及SOE,待三相电压均恢复正常后自动复归。

[0120] 有压定值,无压定值,延时及投退均可设置。

[0121] 10、接地电流越限告警功能

[0122] 若接地电流大于越限定值,经延时后告警,告警状态下闭锁所有熄弧和投切操作。含遥信及SOE,需定时或手动复归。

[0123] 越限定值,延时及投退均可设置。

[0124] 11、开关合超时告警功能

[0125] 若开关合时间超过设定值,则断开遥控输出,告警,并闭锁所有熄弧和投切操作。含遥信及SOE,需定时或手动复归。

[0126] 超时时间可设。

[0127] 12、动作后延时闭锁

[0128] 装置在完成一轮投切操作后,启动动作后闭锁,必须经设定的延时后解除闭锁,或者手动遥控来解除闭锁。闭锁状态有遥信指示和SOE。

[0129] 延时可设。

[0130] 13、录波功能

[0131] 包含三组录波数据,各组录波数据的数据队列完全独立。

[0132] 接地检测时启动录波A,记录故障前4后8个周波数据,最多可保存64条录波记录。每条记录最长录波时间前5后12共14个周波,可设置。

[0133] 装置进行熄弧操作时启动录波B,记录启动前0.5s及整个熄弧过程中录波数据,最多可保存10条。每条记录最长录波时间为10.5s,根据熄弧参数确定。

[0134] 装置进行投切操作时启动录波C,记录启动前0.5s及整个特征输出过程中录波数据,最多可保存10条。每条记录最长录波时间为20.5s,根据特征输出参数确定。

[0135] 14、测试功能

[0136] 可进行熄弧,A/B/C相投切操作测试,在测试模式下,装置按熄弧和投切的参数输出,输出过程中,考虑闭锁和保护条件。操作方式通过遥控命令实现。

[0137] 15、外部接口

[0138] 面板包含8个状态指示灯及8个拨码,实现开关状态,接地和闭锁状态,通讯状态的指示,并可经由面板直接设置关键参数。

[0139] 此外,本实施例还提供一种外施信号发生装置,该外施信号发生装置包括上述的控制器、高压部分和电压互感器;其中,控制器与高压部分采用分体式设计,控制器与高压部分及电压互感器分别采用航空插头电连接,如图8所示。

[0140] 高压部分的绝缘结构参考ZW32-12,采用三相支柱式结构,接触器外置,外绝缘采用环氧树脂和硅橡胶复合绝缘方式,并且在真空灭弧室和绝缘套筒之间采用橡胶套管。硅橡胶/环氧树脂固体绝缘材料在电晕和可控的电弧放电情况下,表面无碳化和腐蚀,使得它在紫外线、潮湿、高盐度和其他腐蚀条件下的性能得到了很大的提高。而且硅橡胶在吸收冲击力、抗破碎和抗裂缝扩散等方面具有良好的性能。从而使采用硅橡胶/环氧树脂固体绝缘材料作为绝缘介质的产品具有阻止表面放电、憎水性能好、耐受紫外线以及机械强度高等诸多优点。可以把ZW32-12的外绝缘方式与JCZ1-12真空接触器的操作机构结合起来,作为外施信号发生装置的核心部件。

[0141] 基于上述,本实施例的高压部分具有如下特点:支柱式结构,接触器外置,真空灭弧室特殊定制,空气绝缘,有利于大功率电阻的散热问题。体积小,控制器分离,方便维护,工作地独立。

[0142] 综上,本实施例的外施信号发生装置的控制器主板采用罩式FTU主板,底板在罩式FTU底板的基础上进行改版,以适应小信号电流式电压信号的采集,并且控制器和高压部分采用分体式设计,高压部分与控制器部分采用航空插头进行连接,以便于维护人员在不停电时进行控制器的维护。高压部分在目前的外施信号发生装置的基础上,采用三相支柱式结构,外绝缘采用环氧树脂和硅橡胶复合绝缘方式,并且在真空灭弧室和绝缘套筒之间采用橡胶套管,从而有利于大功率电阻的散热,在紫外线、潮湿、高盐度和其他腐蚀条件下的性能得到了很大提高,在吸收冲击力、抗破碎和抗裂缝扩散等方面具有良好的性能。

[0143] 此外,需要说明的是,在本文中,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者终端设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者终端设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者终端设备中还存在另外的相同要素。

[0144] 还需要说明的是,以上所述仅是本发明优选实施方式,应当指出,尽管已描述了本发明优选实施例,但对于本技术领域的技术人员来说,一旦得知了本发明的基本创造性概念,在不脱离本发明所述原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明实施例范围的所有变更和修改。

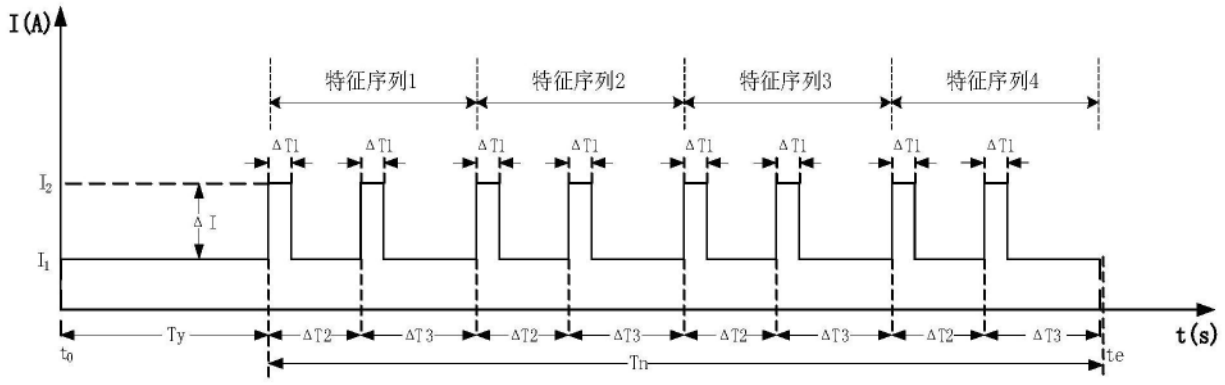


图1

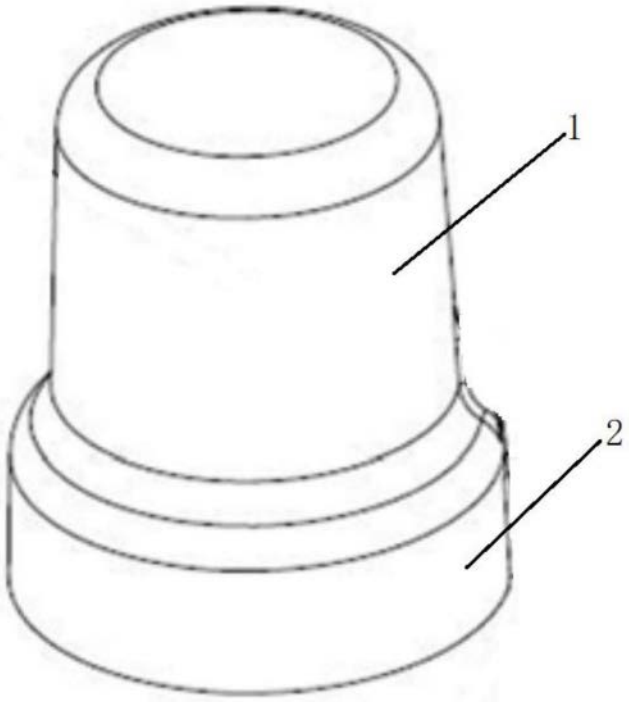


图2

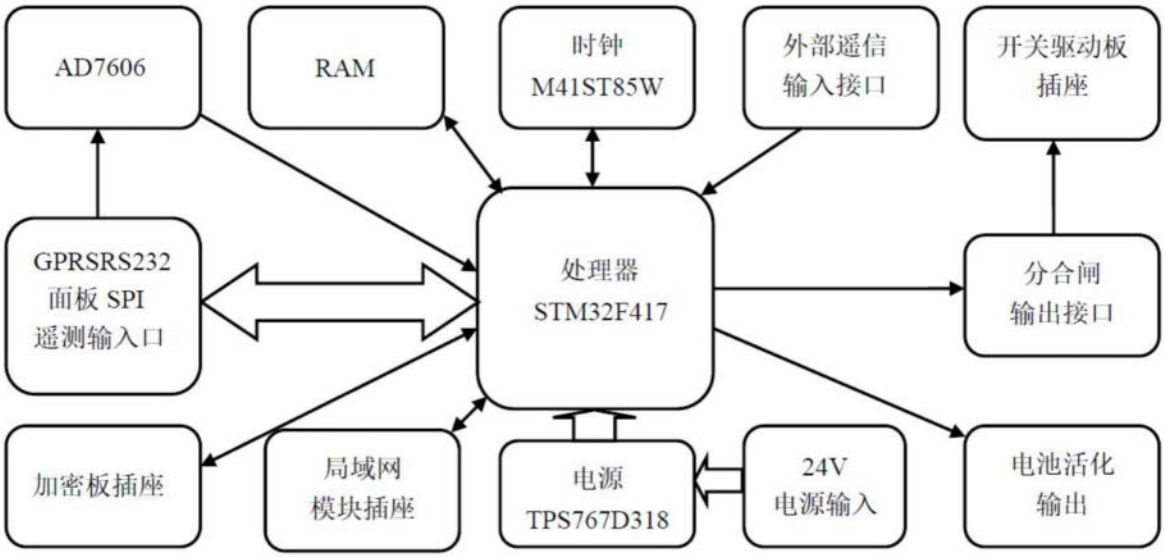

AD7606
RAM
时钟
M41ST85W
外部遥信
输入接口
开关驱动板
插座
GPRSRS232
面板 SPI
遥测输入口
处理器
STM32F417
分合闸
输出接口
加密板插座
局域网
模块插座
电源
TPS767D318
24V
电源输入
电池活化
输出

图3

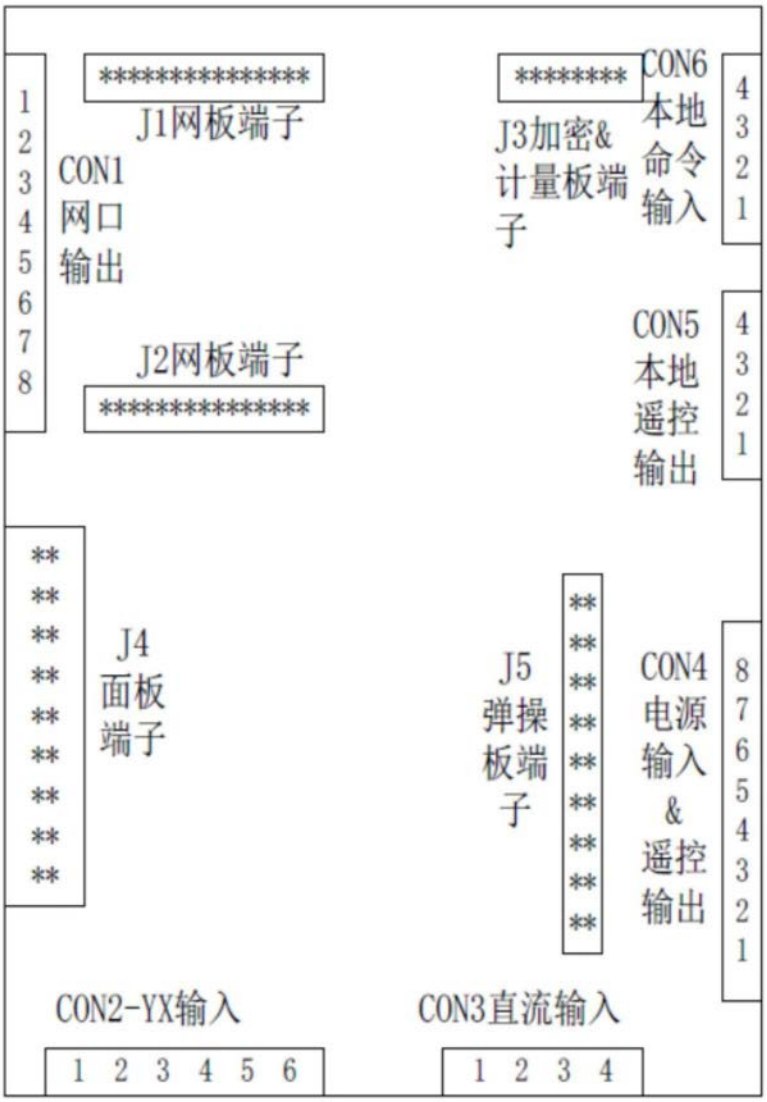

J1网板端子
CON1
网口
输出
J2网板端子
J3加密&
计量板端
子
CON6
本地
命令
输入
CON5
本地
遥控
输出
J4
面板
端子
J5
弹操
板端
子
CON4
电源
输入
&
遥控
输出
CON2-YX输入
1 2 3 4 5 6
CON3直流输入
1 2 3 4

图4

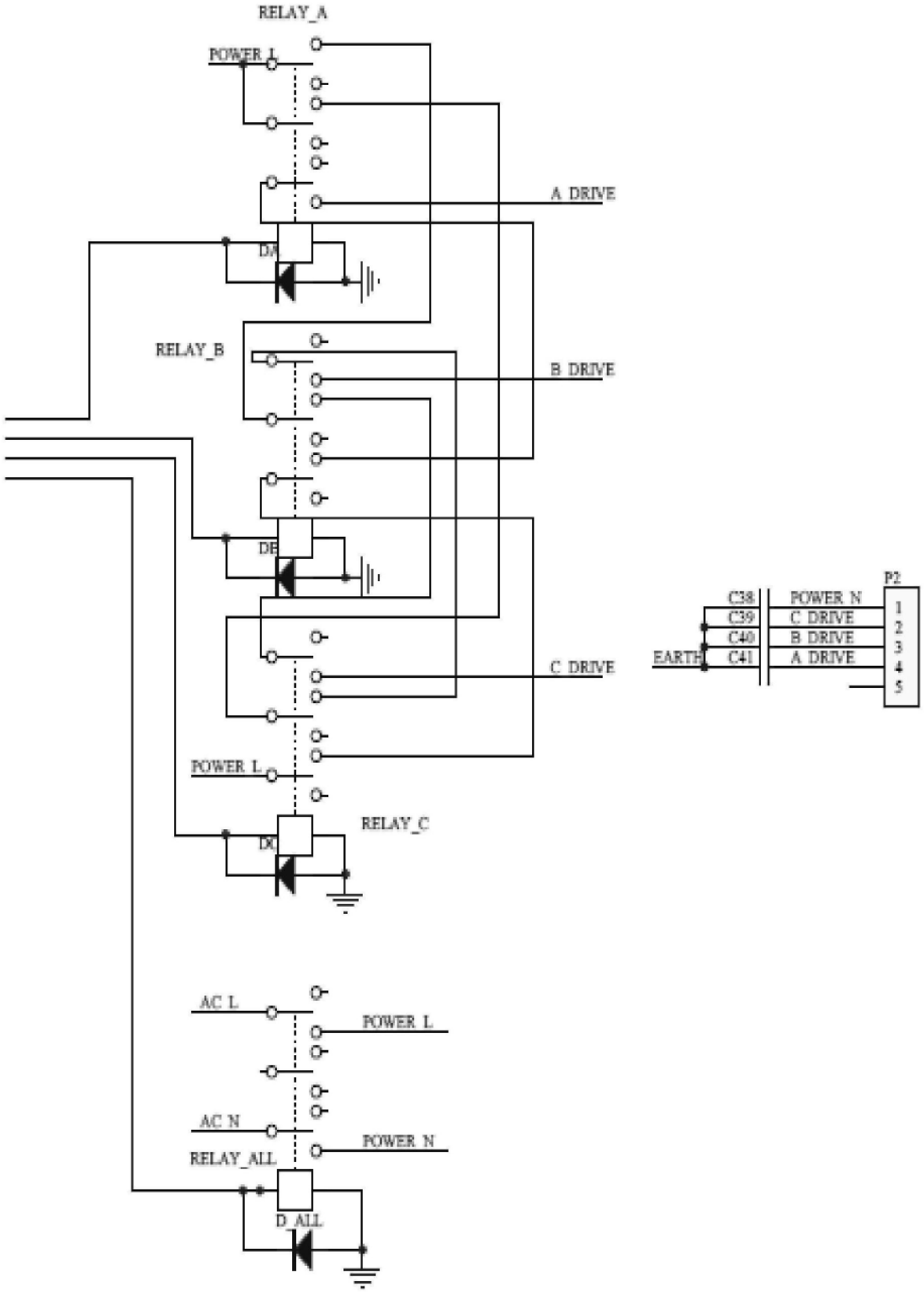

RELAY_A
POWER L
A DRIVE
RELAY_B
B DRIVE
C DRIVE
POWER L
RELAY_C
AC L
POWER L
AC N
POWER N
RELAY_ALL
D_ALL
P2
C38
C39
C40
C41
POWER N
C DRIVE
B DRIVE
A DRIVE
EARTH
1
2
3
4
5

图5

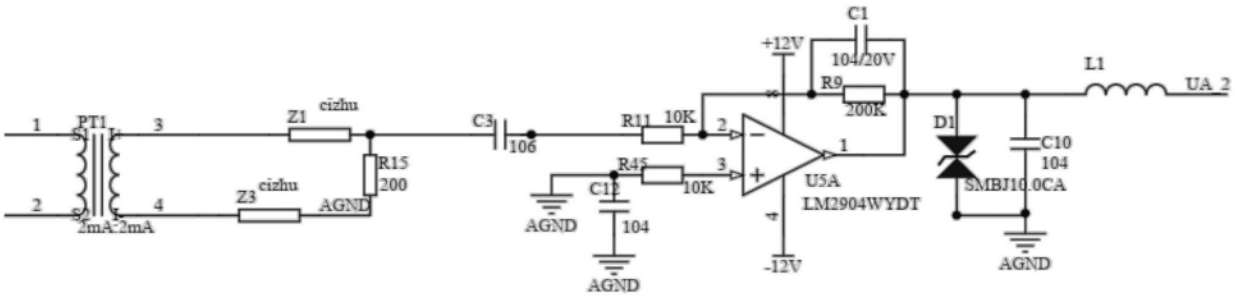

C1
+12V
104/20V
R9
200K
L1
UA_2
1
PT1
3
Z1
cizhu
C3
R11
10K
2
D1
2
4
Z3
cizhu
AGND
R15
200
106
R45
10K
3
C12
104
U5A
LM2904WYDT
C10
104
SMBJ10.0CA
AGND
AGND
-12V
AGND
2mA:2mA

图6

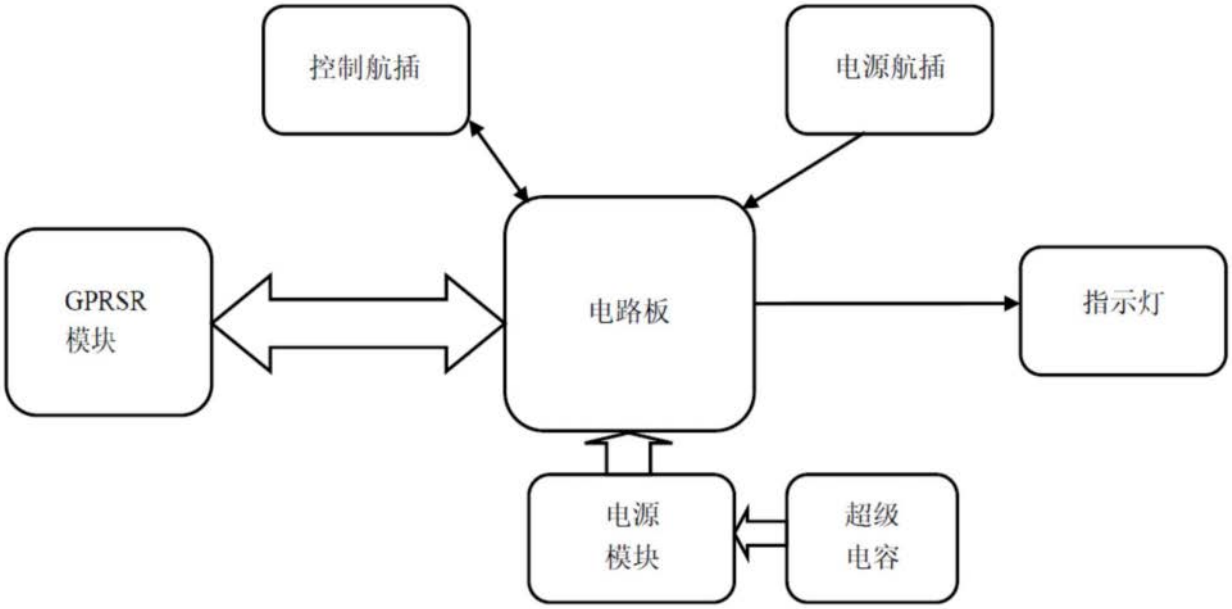

控制航插
电源航插
GPRSR
模块
电路板
指示灯
电源
模块
超级
电容

图7

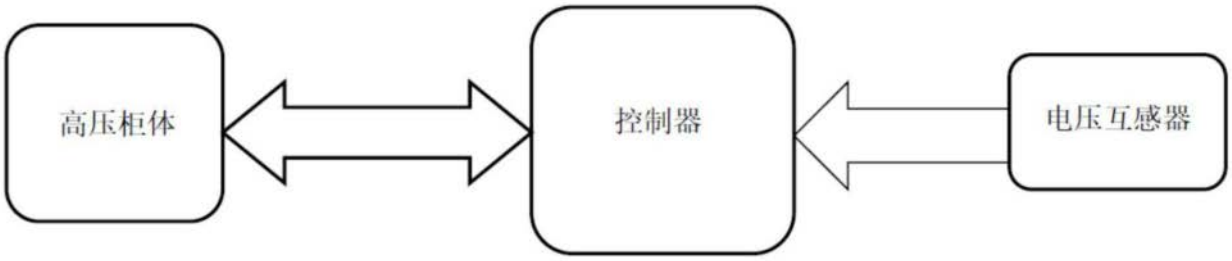

高压柜体
控制器
电压互感器

图8