(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207439671 U
(45)授权公告日 2018.06.01

(21)申请号 201721686608.X

(22)申请日 2017.12.07

(73)专利权人 河北工业大学
地址 300130 天津市红桥区丁字沽光荣道8号河北工业大学东院330#

(72)发明人 孙曙光 王佳兴 张强 金少华 齐玲 王岩

(74)专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务所(普通合伙) 12210
代理人 赵凤英

(51)Int.Cl.
G01M 13/00(2006.01)
G01R 31/327(2006.01)
G05B 19/042(2006.01)

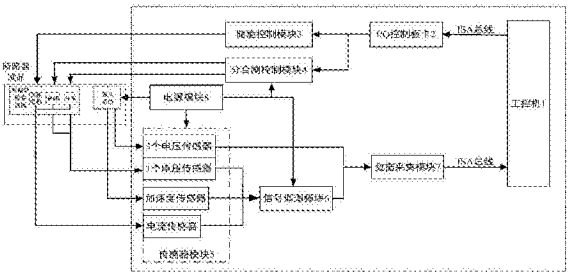
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)实用新型名称

一种基于工控机的框架式断路器机械故障诊断装置

(57)摘要

本实用新型为一种基于工控机的框架式断路器机械故障诊断装置。该装置的组成包括:工控机、I/O控制板卡、储能控制模块、分合闸控制模块、传感器模块、信号调理模块、数据采集模块和电源模块;其中,工控机与I/O控制板卡相连;I/O控制板卡分别与储能控制模块、分合闸控制模块相连;电源模块分别与分合闸控制模块、传感器模块、信号调理模块相连;传感器模块分别与信号调理模块、数据采集模块相连;信号调理模块与数据采集模块相连;数据采集模块与工控机相连。本实用新型装置通过对断路器动作的全程检测,实现了动作过程中操作附件和触头系统操作机构的机械故障诊断;同时在分合闸过程中可对断路器是否进行有效合闸、分闸做出精准的判断。



CN 207439671 U

1.一种基于工控机的框架式断路器机械故障诊断装置，其特征为该装置的组成包括：工控机、I/O控制板卡、储能控制模块、分合闸控制模块、传感器模块、信号调理模块、数据采集模块和电源模块；

其中，工控机与I/O控制板卡相连；I/O控制板卡分别与储能控制模块、分合闸控制模块相连；电源模块分别与分合闸控制模块、传感器模块、信号调理模块相连；传感器模块分别与信号调理模块、数据采集模块相连；信号调理模块与数据采集模块相连；数据采集模块与工控机相连。

2.如权利要求1所述的基于工控机的框架式断路器机械故障诊断装置，其特征为所述的储能控制模块包括固态继电器和接触器，二者相连；

所述的分合闸控制模块由各自独立的合闸控制电路与分闸控制电路组成，两者组成、连接方式一致，均由ULN2003、光耦和双向可控硅TH串联构成；

所述的传感器模块的组成为3个电流传感器、4个电压传感器和1个内装IC压电式加速度传感器，8个传感器相互独立；

所述的信号调理模块由相互独立的电压调理电路、电流调理电路和振动调理电路组成；

所述的数据采集模块为数据采集卡；

所述的电源模块为各自独立的直流稳压电源和开关电源。

一种基于工控机的框架式断路器机械故障诊断装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于断路器故障诊断装置，具体为一种基于工控机的框架式断路器机械故障诊断装置。

背景技术

[0002] 框架式断路器作为低压配电网络中的关键设备，其运行可靠性直接关系到配电网的可靠运行。随着可再生资源等分布式发电资源的数量和规模不断扩大，框架式断路器的需求也越来越多，对于生产厂家来说，为了保证断路器大量生产的同时出厂质量可靠，断路器出厂质检至关重要。操作附件作为断路器运行的核心控制部件，对断路器的可靠运行尤为重要，触头系统操作机构作为断路器的执行机构，其可靠动作直接关系到断路器分合闸的有效性，因此，对断路器在出厂前实施检验操作附件和操作机构是否具有故障隐患的测试试验必不可少。

[0003] 目前断路器机械故障诊断装置主要通过检测断路器运行过程中的声音信号、动触头行程信号、主轴转角信号、触头受力信号等参数完成诊断。但这些信号测量方式要么易受现场干扰，要么破坏了断路器本体机械结构，在此基础上检测的信号就不再能准确反映断路器实际运行过程中机械结构状态的微弱变化。研究发现，操作附件电流信号中蕴含着控制回路及其连锁机械结构大量的机械信息，同时电流信号又具有高稳定性、易于检测等特点，可成为断路器状态检测的参数之一。断路器在进行分合闸操作时，由于内部机械结构运转和触头撞击会产生剧烈振动，操作机构的任何状态变化都会反映在振动信号中，因此可检测断路器分合闸过程中的振动信号，辅助用于对触头系统进行机械故障诊断。基于上述检测参数的诊断装置相较于目前的故障诊断装置可诊断的故障类型大大增加，故障诊断准确率也有显著提升。

[0004] 断路器的机械动作过程分为储能、合闸、分闸三个环节，均受操作附件控制，对三个环节的动作过程全部检测，以实现更全面的故障诊断。在断路器进行分合闸操作时，存在断开和闭合失效的情况，此时检测信号不能准确反映断路器操作附件和操作机构的运行状态，装置做出的诊断结果失去有效性，本装置通过构建断路器主触头直流回路，利用电压传感器检测断路器主触头电压降，若合闸时在一定时间内电压降小于接触压降门限值或分闸时电压降大于断开压降门限值，则断路器分合闸操作有效，否则，直接判定为分合闸失效故障。由于框架式断路器操作附件线圈采用交流电供电，要考虑供电电源初始相位对操作附件运行特性的影响，但其中储能电机储能时间持续较长，可忽略供电电源相位的影响；而分合闸线圈通电时间短，初始相位对其运行特性影响较大，需要考虑电源初始相位的影响，因此为了保证故障诊断的准确性，本装置在进行出厂试验与故障诊断测试时，可以在选定的相位下接通分合闸线圈回路，进行分合闸操作。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的是提供一种基于工控机的框架式断路器机械故障诊断装置，该

装置通过工控机、控制板卡、传感器与采集卡等器件完成对框架式断路器的动作控制、信号采集与分合闸有效性检测。利用1个电压传感器采集分合闸线圈回路电源电压，使工控机在分合闸线圈回路电源电压选定相位下发出分合闸动作指令；利用3个电流传感器分别检测断路器储能、合闸、分闸3个阶段的操作附件电流信号，以此来完成操作附件机械故障诊断；利用1个加速度传感器检测分合闸振动信号，以此完成触头系统机械故障诊断；在进行上述电流检测时，采用3个电压传感器分别对断路器三相主触头直流回路的电压进行检测，判断断路器是否进行了有效的分合闸操作。

[0006] 本实用新型的技术方案为：

[0007] 一种基于工控机的框架式断路器机械故障诊断装置，该装置的组成包括：工控机、I/O控制板卡、储能控制模块、分合闸控制模块、传感器模块、信号调理模块、数据采集模块和电源模块；

[0008] 其中，工控机与I/O控制板卡相连；I/O控制板卡分别与储能控制模块、分合闸控制模块相连；电源模块分别与分合闸控制模块、传感器模块、信号调理模块相连；传感器模块分别与信号调理模块、数据采集模块相连；信号调理模块与数据采集模块相连；数据采集模块与工控机相连。

[0009] 所述的储能控制模块包括固态继电器和接触器，二者相连；

[0010] 所述的分合闸控制模块由各自独立的合闸控制电路与分闸控制电路组成，两者组成、连接方式一致，均由ULN2003、光耦和双向可控硅TH串联构成；

[0011] 所述的传感器模块的组成为3个电流传感器、4个电压传感器和1个内装IC压电式加速度传感器，8个传感器相互独立；

[0012] 所述的信号调理模块由相互独立的电压调理电路、电流调理电路和振动调理电路组成；

[0013] 所述的数据采集模块为数据采集卡；

[0014] 所述的电源模块为各自独立的直流稳压电源和开关电源。

[0015] 本实用新型的实质性特点为：

[0016] 本实用新型装置用于对框架式断路器的出厂试验与故障诊断测试，在断路器动作过程中发生操作附件和触头系统操作机构机械故障时，能确保故障能及时、准确的被发现，同时检测断路器是否发生动作失效，提高断路器出厂前的产品质量与运行可靠性。

[0017] 该装置涉及框架式断路器机械动作过程中的相关信号检测，在断路器进行有效操作时，以操作附件电流信号检测为主，触头系统振动信号检测为辅。当需要进行断路器出厂试验与故障诊断测试时，可借助将操作附件电流信号和触头系统振动信号相结合进行故障诊断的装置。

[0018] 本实用新型的有益效果为：本实用新型装置检测电流、电压和振动信号时无需手动操作断路器，储能操作可由储能控制模块动作接通储能电机线圈完成，分合闸操作可由分合闸控制模块接通分合闸线圈回路完成；选用对断路器机械状态变化敏感的电流信号与振动信号进行检测，利用不同传感器有针对性地对操作附件电流信号实时采集，检测方式更加合理、有效，实现了对断路器动作的全程检测；在分合闸过程中可对断路器是否进行有效合闸、分闸做出精准的判断。

[0019] 具有体现在：

[0020] 1、检测方式方便有效。传感器均采用非侵入式安装，不会对断路器本体机械结构造成损伤；不同部位采用不同的传感器检测，针对性高，能准确反映断路器运行过程中的机械结构变化；此检测方式保证了本装置后续故障诊断的准确率。

[0021] 2、在断路器进行合分闸操作时，本装置通过电压传感器检测主触头电压降，判断操作机构是否带动断路器可靠完成闭合和断开操作，即可对断路器分合闸是否失效进行判定。

[0022] 3、本装置可控制断路器的分合闸线圈回路接通时的电源相位，检测不同相位下的分合闸线圈回路电流特性。

[0023] 4、装置中的高性能工业控制计算机，可对试验数据进行自动存储，便于日后查询，并且内置先进的数据处理和分析软件，便于测试人员的操作使用。

附图说明

[0024] 下面结合附图对本实用新型进一步说明。

[0025] 图1是本实用新型装置的组成结构图，其中虚线框内为检测新型装置。

[0026] 图2是本实用新型装置的断路器储能控制模块电路图。

[0027] 图3是本实用新型装置的信号采集示意图。

[0028] 图4是本实用新型装置的电压传感器外围接线图1。

[0029] 图5是本实用新型装置的电压传感器外围接线图2。

[0030] 图6是本实用新型装置的电流传感器接线图。

[0031] 图7是本实用新型装置的振动传感器接线图。

[0032] 图8是本实用新型装置的电流/电压调理电路图。

[0033] 图9是本实用新型装置的振动调理电路图。

[0034] 图10是本实用新型装置的主触头直流回路电路图。

[0035] 图11是本实用新型装置的分合闸控制模块中合闸控制电路原理图。

[0036] 图12是本实用新型装置的故障诊断流程图。

[0037] 图13是本实用新型装置的工控机信号测试图。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图对本实用新型进行说明，但它们不是对本实用新型保护范围的限制。

[0039] 本实用新型装置为一种基于工控机的框架式断路器机械故障诊断装置，整体结构框图如图1中虚线框内所示，其组成包括：工控机1、I/O控制板卡2、储能控制模块3、分合闸控制模块4、传感器模块5、信号调理模块6、数据采集模块7和电源模块8；

[0040] 其中，工控机1与I/O控制板卡2相连；I/O控制板卡2分别与储能控制模块3、分合闸控制模块4相连；电源模块8分别与分合闸控制模块4、传感器模块5、信号调理模块6相连；传感器模块5分别与信号调理模块6、数据采集模块7相连；信号调理模块6与数据采集模块7相连；数据采集模块7与工控机1相连；储能控制模块3与断路器试品的储能电机线圈回路相连；分合闸控制模块4分别与断路器试品合闸线圈回路与分闸线圈回路相连。

[0041] 具体的连接方式如下所述：

[0042] 工控机1采用研华IPC-610工业计算机；

[0043] I/O控制板卡2采用研华PCL-720+板卡；

[0044] 所述的储能控制模块3包括固态继电器和接触器，二者相连。固态继电器可优选欧姆龙G3MC-202PL，接触器可优选为中国人民电器CJX2-1210；图2所示的控制电路表示，工控机通过I/O控制板卡2对储能控制模块3中的固态继电器进行操作，进而通过接触器的通断来控制储能电机。

[0045] 断路器操作附件中储能电机线圈、合闸线圈与分闸线圈三者的供电是一致的，对于储能电机线圈通电可不考虑回路接通时的电源相位，且电流较大，可选择储能控制模块3；分合闸线圈通电需要考虑接通时的电源相位，实现在合适的相位下快速接通回路，选择分合闸控制模块4，其开关速度快，可在不同相位下实现开关作用。

[0046] 所述的分合闸控制模块4由各自独立的合闸控制电路与分闸控制电路组成，两者组成、连接方式一致，均由ULN2003U4、光耦U5和双向可控硅TH串联构成，其中合闸控制电路原理图如图11所示。I/O控制板卡产生的驱动信号经R14进行5V上拉接入ULN2003U4的输入端进行放大，U4的输出经R17与光耦U5相连，U5输出经R18、R19、R20后与双向可控硅TH相连，TH连接分合闸线圈回路控制分合闸线圈通断。

[0047] 所述的传感器模块5的组成为3个电流传感器CHF-10P、4个电压传感器CHV-25P和1个内装IC压电式加速度传感器LC0159，8个传感器相互独立。传感器模块5中的3个检测三相主触头直流回路电压的电压传感器与数据采集模块7直接相连，剩余1个检测分合闸线圈两端供电电源电压的电压传感器、3个电流传感器和1个加速度传感器与信号调理模块6相连。振动传感器采用恒流源供电，该恒流源与电源模块8连接，供电电压为24V，剩余7个传感器与电源模块8直接相连供电，供电电压为±15V。由于3个检测直流电压的电压传感器仅需进行电压跳变测量处理，不需要进行信号调理，因此，可将3个电压传感器与数据采集模块7中3个采集通道CH3、CH4、CH5直接相连。电流传感器的安装方式为：与附件中储能电机线圈、合闸线圈、分闸线圈的电气连接线相连；电压传感器的安装方式为：将霍尔电压传感器1、2、3分别与主触头直流回路相连，该回路由断路器A、B、C三相主触头和电源模块8中的直流稳压电源构成，该回路以主触头的闭合与断开实现通断，直流回路电路图如图10所示，另1个电压传感器4与分合闸线圈两端供电电源电气连接线相接；加速度传感器的安装方式为：垂直安装于断路器试品的基座横梁的中间相位置。传感器模块中的8个传感器的接地端彼此相连共地，连接方式如图3所示。

[0048] 所述的传感器连接为公知技术，其中4个电压传感器的外部接线包括2种不用的接线方式，与主触头直流回路相连的3个电压传感器的接线一致，为电压传感器接线图1，其主要检测触头两端电压，如图4所示；与分合闸线圈两端供电电源电气连接线相接的电压传感器接线图为电压传感器接线图2，其主要检测交流380V电源电压，如图5所示。另外，电流传感器的接线图如图6所示，振动传感器的接线图如图7所示。

[0049] 所述的信号调理模块6由电压调理电路、电流调理电路和振动调理电路组成，其中电流调理电路与电压调理电路一样，振动调理电路与两者不同，调理电路之间相互独立。每个调理电路都与传感器模块5、数据采集模块7、电源模块8相连。具体为：调理电路供电端±15V、±10V与电源模块8相连，每个调理电路的IN端子分别与传感器模块5中5个传感器的信号输出端相连，OUT端子分别与数据采集模块7中5个采集通道CH0、CH1、CH2、CH6、CH7相连。

每个调理电路均采用集成运放、贴片电阻以及稳压二极管设计，集成运放作为核心元件，可选用制造商GTC的LM339；

[0050] 所述的信号调理模块6中涉及的三个调理电路均为公知技术，电流/电压信调理电路如图8所示，该电路为二阶有源低通滤波器，滤波器的截止频率2.5kHz，特点为输出电压稳定，带载能力强。后端的二极管限幅电路可保证输入满足数据采集卡的电压要求，即-10～+10V。振动调理电路如图9所示，采用二阶有源低通滤波器对信号进行滤波处理，滤波器的截止频率为10kHz。

[0051] 所述的数据采集模块7采用PCL-818HD数据采集卡。

[0052] 电源模块8为各自独立的直流稳压电源和开关电源，直流稳压电源具体可优选为固纬GPC-3060D，开关电源具体可优选为明伟Q-120C和D-60F10。

[0053] 本装置的运行过程：装置首先执行初始化操作；工控机通过I/O控制板卡2发出动作指令对储能控制模块3进行操作，用于对断路器储能动作的控制，之后储能结束；通过对分合闸线圈回路电源电压检测，确定电源相位，经延时操作，在选定的相位下，工控机通过I/O控制板卡2发出合闸指令，通过分合闸控制模块4控制断路器合闸动作，之后合闸结束；工控机通过I/O控制板卡发出分闸指令，通过分合闸控制模块4控制断路器进行分闸操作，分闸操作相位选定与合闸类似，至此，断路器一个动作周期结束。在上述动作进行时，传感器采集信号，并通过数据采集卡将数据上传给工控机，工控机进行此次动作的数据显示、分析处理。

[0054] 将所设计的框架式断路器操机械故障诊断装置用于断路器出厂试验时，图12为其故障诊断流程图。其中，对于储能电机电流信号求取电流信号包络线后，进行小波包分解提取能量系数的方式进行特征提取；对于分合闸线圈电流信号与振动信号，直接采取小波包分解提取能量系数的方式进行特征提取。故障类型识别采用支持向量机完成，断路器动作过程产生的电流信号与振动信号经过工控机上基于LabVIEW平台的程序处理后可得出相应的机械故障类型。LabVIEW平台的程序是本领域常用的方式，在装置组成清楚，功能明确的条件下，普通技术人员很容易编写出来，为公知技术。

[0055] 图13为本实用新型装置的工控机信号测试图，即采集断路器的操作附件线圈电流和触头系统振动信号，存储所采集信号的数据，并且根据断路器动作过程中的机械状态得出对应的故障类型。

[0056] 本实用新型涉及的程序和协议为器件自带或公知技术。

[0057] 本实用新型未尽事宜为公知技术。

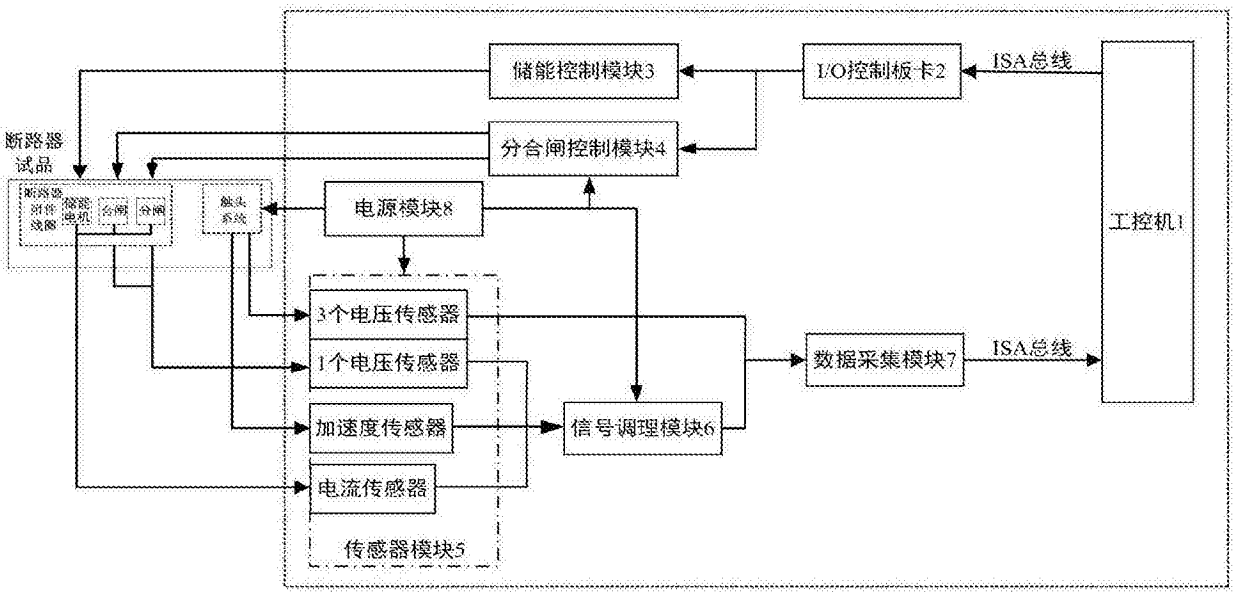

储能控制模块3
I/O控制板卡2
ISA总线
分合闸控制模块4
断路器
试品
电源模块8
工控机1
3个电压传感器
1个电压传感器
数据采集模块7
ISA总线
加速度传感器
信号调理模块6
电流传感器
传感器模块5

图1

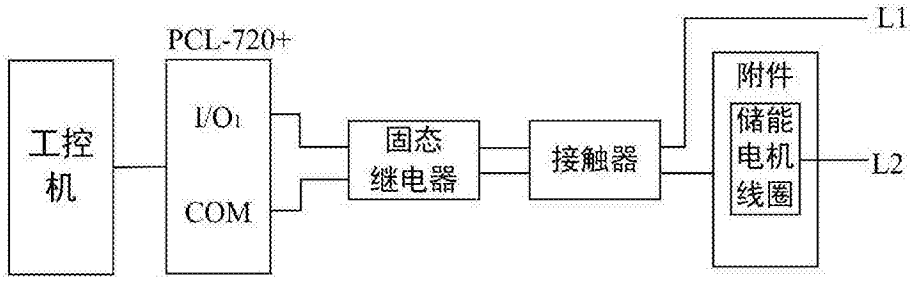

PCL-720+
L1
工控机
I/O
COM
固态继电器
接触器
附件
储能电机线圈
L2

图2

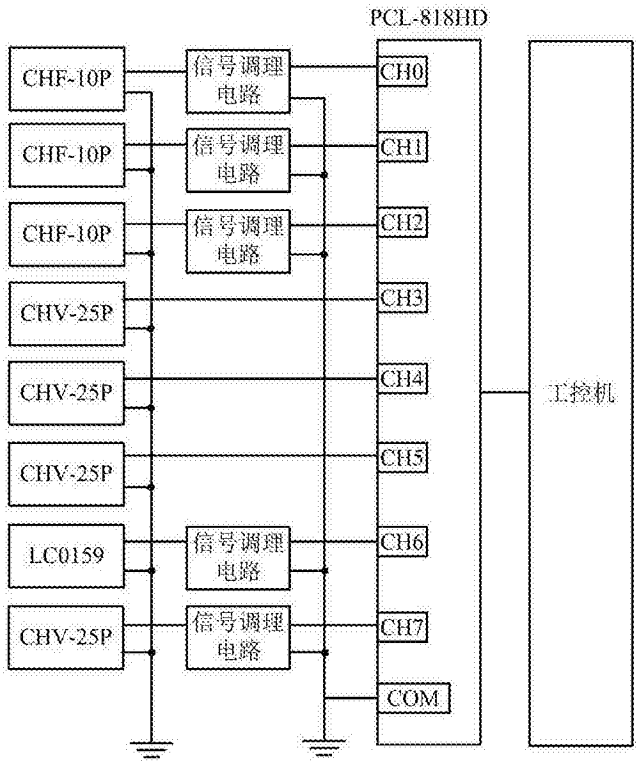

PCL-818HD
CHF-10P
CHF-10P
CHF-10P
CHV-25P
CHV-25P
CHV-25P
LC0159
CHV-25P
信号调理电路
信号调理电路
信号调理电路
信号调理电路
信号调理电路
CH0
CH1
CH2
CH3
CH4
CH5
CH6
CH7
COM
工控机

图3

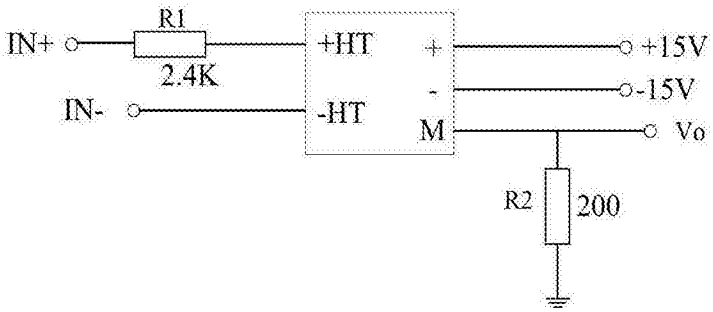

IN+
IN-
R1
2.4K
+HT
-HT
+
-
M
+15V
-15V
Vo
R2
200

图4

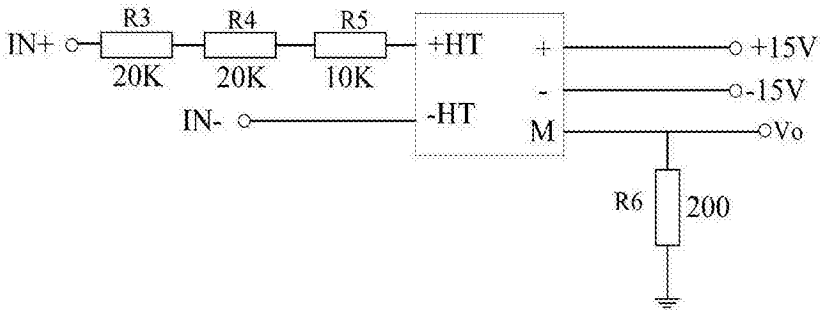

IN+
IN-
R3
20K
R4
20K
R5
10K
+HT
-HT
+
-
M
+15V
-15V
Vo
R6
200

图5

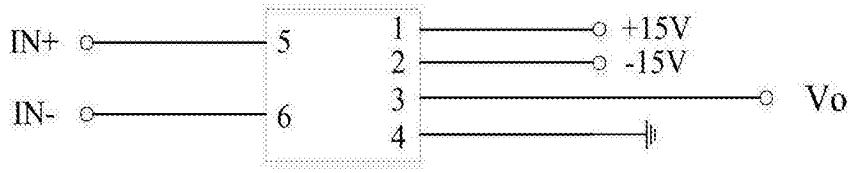

IN+
IN-
5
6
1
2
3
4
+15V
-15V
Vo

图6

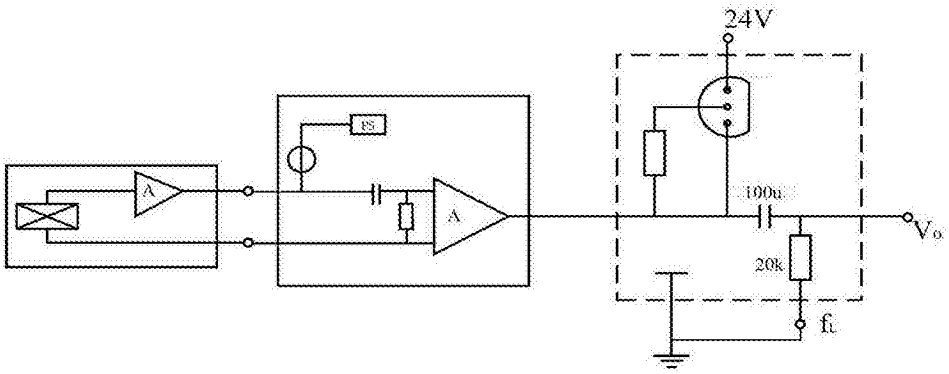

24V
A
A
100u
20k
Vo
fL

图7

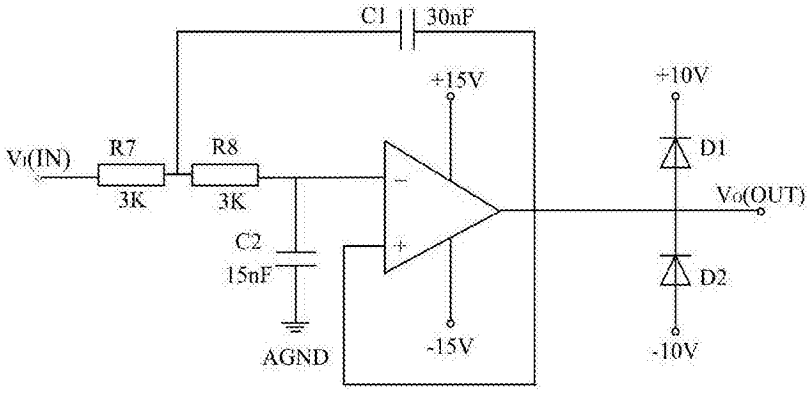

C1
30nF
+15V
+10V
Vi(IN)
R7
3K
R8
3K
D1
Vo(OUT)
C2
15nF
D2
AGND
-15V
-10V

图8

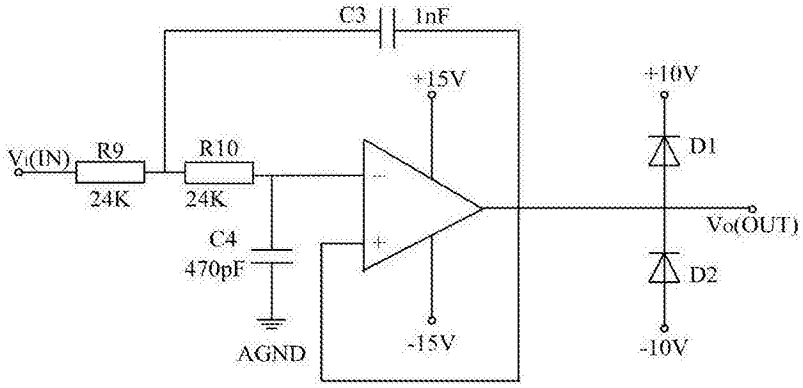

C3
1nF
+15V
+10V
D1
Vi(IN)
R9
24K
R10
24K
Vo(OUT)
C4
470pF
D2
AGND
-15V
-10V

图9

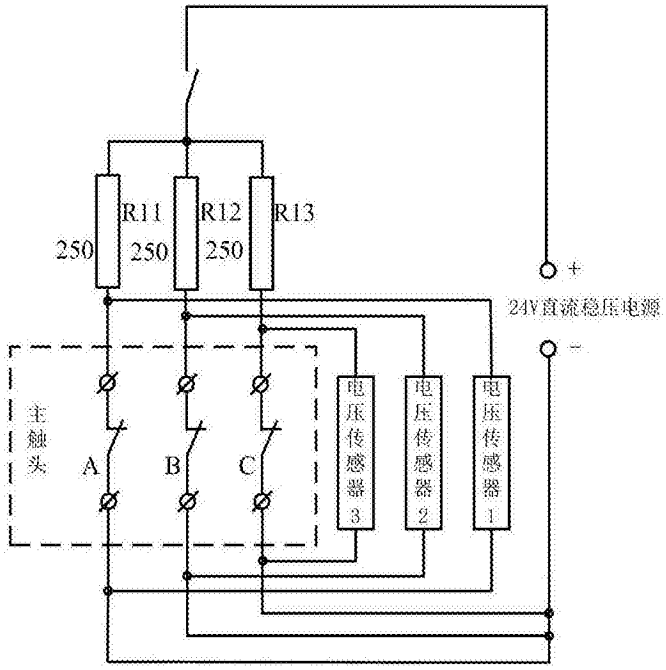

R11
R12
R13
250
250
250
+
24V直流稳压电源
-
主触头
A
B
C
电压传感器3
电压传感器2
电压传感器1

图10

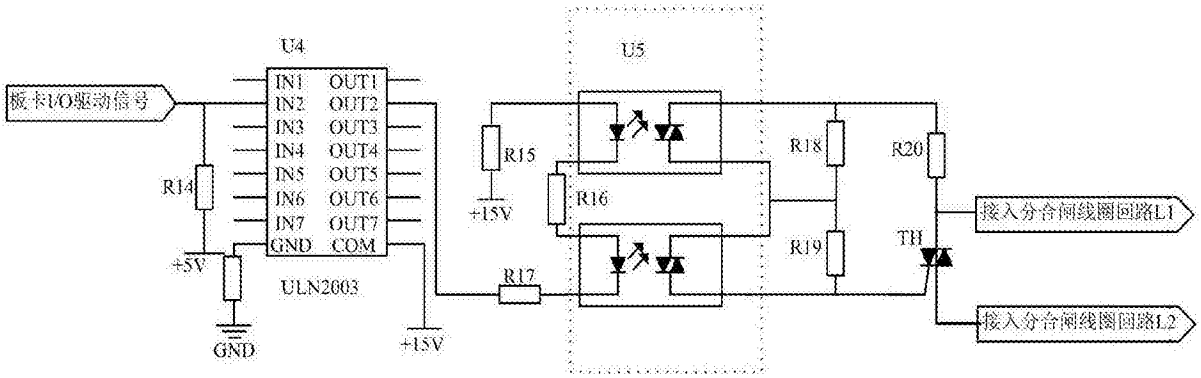

U4
U5
板卡I/O驱动信号
IN1
IN2
IN3
IN4
IN5
IN6
IN7
GND
OUT1
OUT2
OUT3
OUT4
OUT5
OUT6
OUT7
COM
ULN2003
R14
+5V
GND
R15
+15V
R16
R17
+15V
R18
R19
R20
TH
接入分合闸线圈回路L1
接入分合闸线圈回路L2

图11

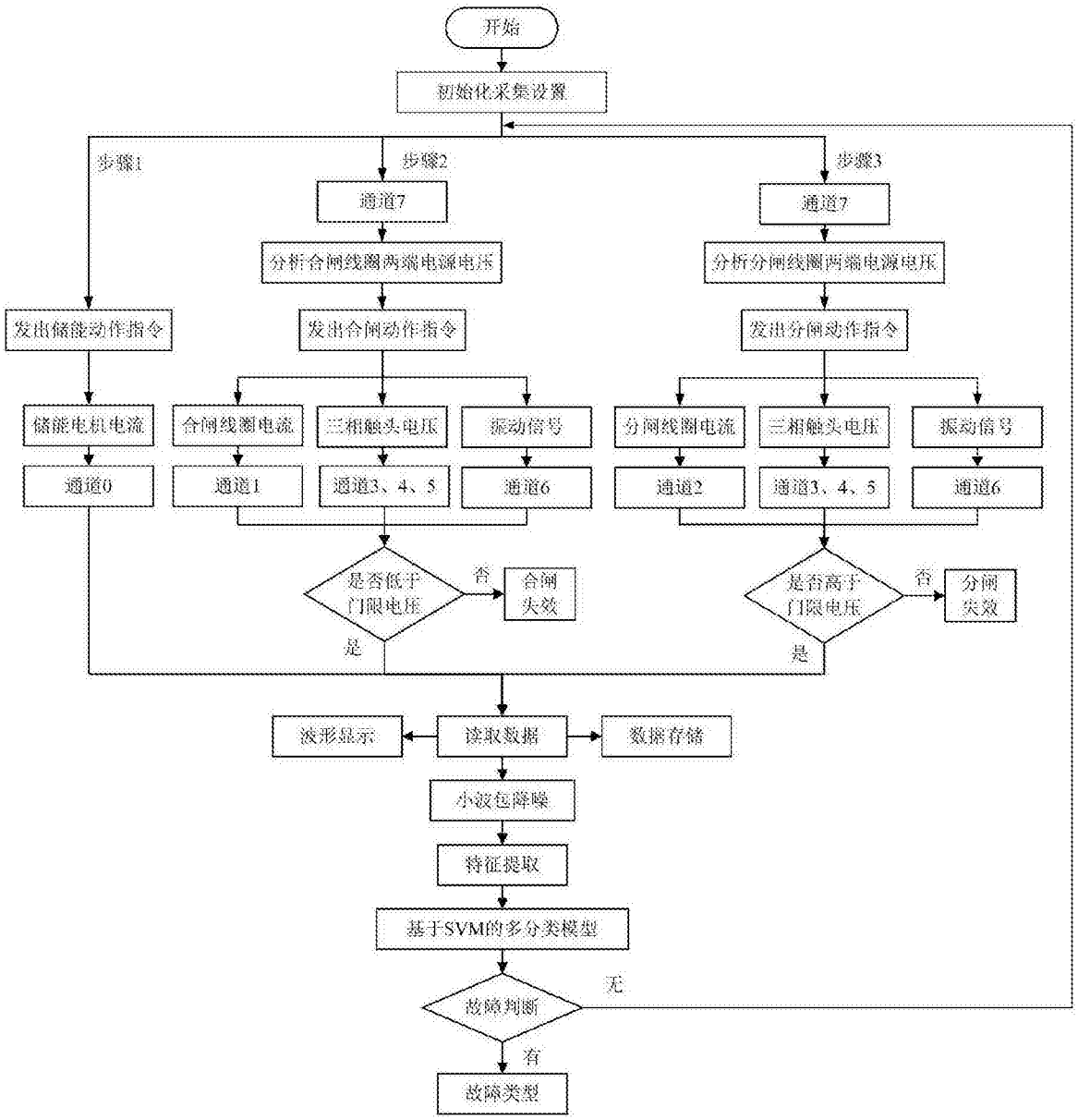

开始
初始化采集设置
步骤1
步骤2
步骤3
通道7
通道7
分析合闸线圈两端电源电压
分析分闸线圈两端电源电压
发出储能动作指令
发出合闸动作指令
发出分闸动作指令
储能电机电流
合闸线圈电流
三相触头电压
振动信号
分闸线圈电流
三相触头电压
振动信号
通道0
通道1
通道3、4、5
通道6
通道2
通道3、4、5
通道6
是否低于门限电压
否
合闸失效
是
是否高于门限电压
否
分闸失效
是
波形显示
读取数据
数据存储
小波包降噪
特征提取
基于SVM的多分类模型
故障判断
无
有
故障类型

图12

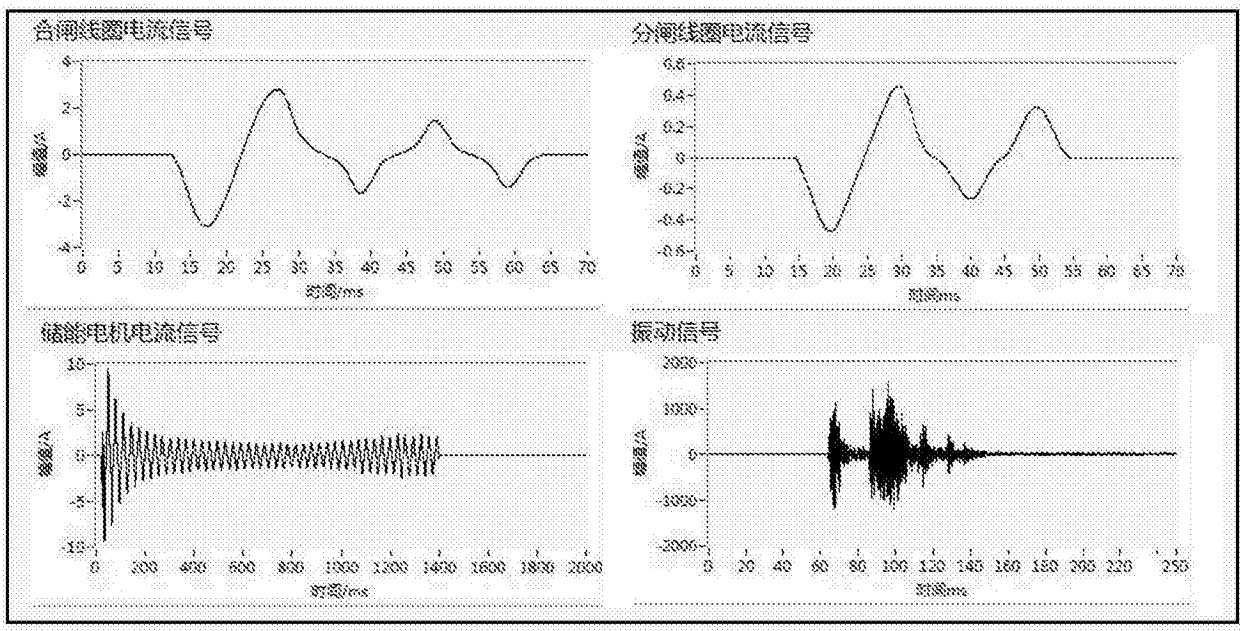


图13