



(10)申请公布号 CN 111337781 A

(21)申请号 202010244095.7

(51) Int.Cl.

(22)申请日 2020.03.31

G01R 31/00(2006.01)

(71)申请人 国网安徽省电力有限公司电力科学研究院

H02H 7/26(2006.01)

地址 230601 安徽省合肥市经开区紫云路
299号

H02J 3/36(2006.01)

G05B 17/02(2006.01)

(72)发明人 高博 张峰 丁津津 郑国强
李远松 孙辉 汪勋婷 谢民
王同文 叶远波 俞斌 邵庆祝
于洋 张骏 何开元 陈洪波
王丽君 李圆智 陈凡 谢毓广
汤汉松 肖华锋

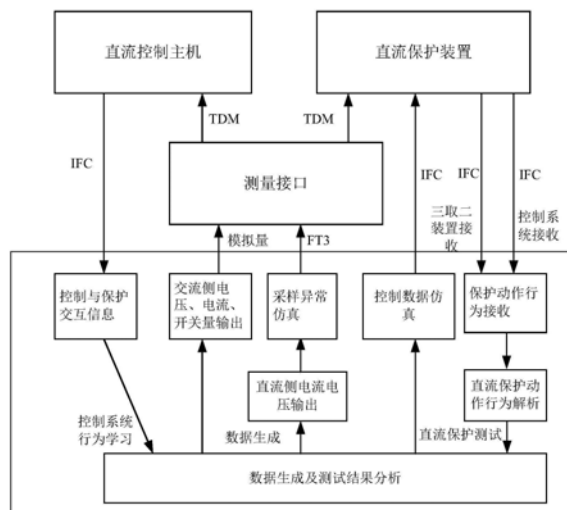
(74) 专利代理机构 合肥天明专利事务所(普通合伙) 341115

代理人 苗娟

权利要求书2页 说明书7页 附图3页

一种采样异常控制解耦的直流保护现场测试系统及方法

本发明的一种采样异常控制解耦的直流保护现场测试系统及方法,可解决现有的方法不能在采样异常发生时将保护与控制解耦,进而没办法验证特高压直流保护的动作行为的技术问题。包括数据生成及测试结果分析模块、交流侧电压电流及开关量输出模块、控制与保护信息交互模块、直流电流电压输出模块以及采样异常仿真模块,控制数据仿真模块、保护动作行为接收模块及直流保护动作行为分析模块。本发明的采样异常控制解耦的直流保护现场测试方法,是针对直流换流站中的特高压直流保护对于采样异常的处理能力,以验证采样值异常时特高压直流保护动作行为的正确性。该方法主要应用于特高压直流换流站投运前的现场测试,为直流输电安全稳定运行提供安全保障。



直流保护采样异常测试系统

1. 一种采样异常控制解耦的直流保护现场测试系统,其特征在于:包括以下模块:

数据生成及测试结果分析模块,包括上位机与主控CPU,上位机负责生成仿真数据,并形成测试过程的人机交互,主控CPU负责测试过程所有数据发送与数据计算分析;

交流侧电压电流及开关量输出模块,包括FPGA芯片、DI芯片、电流电压功率放大器以及DO调理回路组成,FPGA芯片负责与主控CPU通信接收来自主控CPU的仿真测试数据,并通过DI芯片与电流电压功率放大器发出交流电压电流信号,再通过FPGA端口接入DO调理回路发出开关量信号;

控制与保护信息交互模块,包括FPGA芯片与光纤串口组成,光纤串口接收来自于控制系统的控制信号再交由FPGA芯片上送至主控CPU;

直流电流电压输出模块以及采样异常仿真模块,包括FPGA芯片与光纤串口组成,FPGA芯片接收来自于主控CPU的直流电流电压仿真数据以及采样异常仿真的控制逻辑与方式按照直流电子式互感器的输出协议生成测试数据经由光纤串口发出;

控制数据仿真模块,包括FPGA芯片与光纤串口组成,FPGA芯片接收来自于主控CPU的控制系统仿真数据后按照控制保护与控制系统之间的协议生成测试数据经由光纤串口发出;

保护动作行为接收模块,为多路光纤串口,接收来自保护装置发给三取二装置的数据以及保护装置发给控制系统的;

直流保护动作行为分析模块包括FPGA芯片,FPGA芯片解析来自不同光纤串口的数据并根据交互协议进行解析,解析后提取变位逻辑与变位时间,将变位信息上传至主控CPU形成最终的测试结果。

2. 一种采样异常控制解耦的直流保护现场测试方法,基于权利要求1所述的采样异常控制解耦的直流保护现场测试系统,其特征在于:

包括以下步骤:

S100、测试数据生成;

S200、控制系统行为学习;

S300、直流保护测试;

其中,所述S100的数据生成通过交流电流电压开关量模拟输出、直流部分电子式互感器数字量输出以及控制系统仿真输出实现;

交流部分以及开关量是模拟量传输测试系统通过DO以及电流电压功率放大器来实现测试输出;

直流部分采用电子式互感器是基于FT3协议的数字量输出,仿真FT3协议并进行数字化采样异常仿真;

所述S200的控制系统行为学习包括控制与保护之间交互自学习;

将控制系统自学习的协议以及控制系统反馈信息的逻辑关系与时间关系与数据生成模块进行同步处理从而生成最终采样异常直流保护动作行为测试的最终静态测试数据;

将直流保护的测试数据通过电流电压开关量模拟输出回路、采样异常仿真的直流电流电压数字输出回路以及控制系统仿真输出回路发送至直流保护装置;

所述S300直流保护测试包括数据生成、控制系统仿真输出以及保护动作行为接收与分析;

测试系统通过接收直流保护与三取二装置的仿真接收以及保护与控制之间的仿真接

收回路获得测试信息,并对直流保护动作行为进行分析并与发送数据进行整合从而获得最终的采样异常控制解耦的直流保护的测试结果。

3. 根据权利要求2所述的采样异常控制解耦的直流保护现场测试方法,其特征在于:所述S100测试数据生成;

具体包括:

测试数据生成采用simulink仿真来生成换流站正常工作时,交流侧、直流侧电流电压信号以及换流站开关量信号,仿真换流站的正常运行状态,仿真步长为2us,采用C语言编程将仿真数据分别转换成各测试环节的数据源数据。

4. 根据权利要求2所述的采样异常控制解耦的直流保护现场测试方法,其特征在于:所述S200、控制系统行为学习;

具体包括:

采样异常仿真,仿真直流电子式互感器的异常特性,针对不同原理电子式互感器建立相应的异常模型;

光学电子式互感器仿真对象为采样大数的随机分布以及无效数据的随机分布;

电学电子式互感器仿真激光电源跌落过程的异常数据生成、激光电源调整过程异常仿真以及电源低的错误标记生成;

采样异常随机分布采用控制窗数据来实现,采用连续、等间距、随机三类控制方式来实现,随机控制方式分为全范围等概率随机控制的方式和指定区间的不等概率随机控制方式;

其中光学电子式互感器采样大数异常采用指定区间的概率不等随机控制方式,光学电子式互感器无效数据的随机分布全范围等概率随机控制的方式;

电学电子式互感器激光电源跌落过程的异常数据生成、激光电源调整过程异常仿真采用等间距控制方式,电源失效仿真采用连续控制方式。

5. 根据权利要求4所述的采样异常控制解耦的直流保护现场测试方法,其特征在于:所述S300、直流保护测试;

具体包括:

控制系统行为学习及变化延时计算,记录控制与保护交互信息的每个状态位,并学习生成测试协议数据;

记录异常类型发生时刻 t_0 以及控制系统状态变化时刻 $t_1, t_2 \cdots t_n$; $T_1 = t_1 - t_0$ 以此类推从而获得每个状态位的变化延时 T_n ;

数据同步,测试仪内部采用统一的恒温晶振,统一时序,仿真电子式互感器的延时以及功率放大器的实际延时实现采样值同步,根据采样异常发生时刻按照状态位变化延时 T_n ,顺序仿真控制系统的状态变化过程,从而实现整个测试系统的数据同步;

数据同步后,根据电子式互感器的类型进行仿真生成测试所需要的静态测试数据;再通过模拟量、FT3以及IFC协议分别对直流保护施加测试所需的测试数据完成测试工作;

通过独立的IFC接口分别接收直流输出至三取二装置的动作信号以及输出至控制系统的控制数据,对数据协议进行分析提取测试所需的直流保护动作行为,并将动作行为与测试数据进行动作行为映射从而获得最终的直流保护采样异常控制解耦的测试结果。

一种采样异常控制解耦的直流保护现场测试系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及直流保护装置的测试技术领域,具体涉及一种采样异常控制解耦的直流保护现场测试系统及方法。

背景技术

[0002] 直流特高压(UHVDC)是指 $\pm 800\text{kV}$ 及以上电压等级的直流输电及相关技术。直流特高压输电的主要特点是输送容量大、电压高,可用于电力系统非同步联网是目前超远距离最主要的输电方式。直流特高压输电系统由送端交流系统、整流站、直流输电线路、逆变站、受端交流系统五个部分构成,其中最重要的是换流站,而换流站的换流变又是整个直流输电系统的重中之重。特高压直流保护又是整个换流站安全的核心环节。而直流保护的直流部分的采样部分基本都是来自于电子式互感器,目前阶段由于电子式互感器还处在技术发展完善阶段,所以采样异常时有发生,而这又会导致直流保护的闭锁事件发生,这严重影响整个特高压直流输电系统的安全。

[0003] 特高压直流保护系统用于实施监测换流器、滤波器、直流线路等设备及区域的各种运行状态,能快速保护换流站内的电气设备及直流输电线路免受电气故障损害。典型的特高压直流保护系统架构如图1所示,在直流保护系统中,保护主机同时要接收互感器及合并单元的采样值信息,控制主机的状态信号信息,开关及刀闸的分合状态信息。同时保护主机向控制主机及三取二装置发送保护动作信号。

[0004] 目前由于特高压直流保护与控制之间存在紧密的耦合关系,所以当采样值发生异常时保护系统的行为与控制行为之间存在紧密联系且为内部交互的私有协议。而为了测试特高压直流保护与采样异常之间的关系,将控制与保护解耦是测试过程的关键。所以目前迫切需要一种方法能够在采样异常发生时将保护与控制解耦验证特高压直流保护的动作为行为。

发明内容

[0005] 本发明提出的一种采样异常控制解耦的直流保护现场测试方法,可解决现有的方法不能在采样异常发生时将保护与控制解耦,进而没办法验证特高压直流保护的动作为行为的技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用了以下技术方案:

一种采样异常控制解耦的直流保护现场测试系统,包括以下模块:

数据生成及测试结果分析模块,包括上位机与主控CPU,上位机负责生成仿真数据,并形成测试过程的人机交互,主控CPU负责测试过程所有数据发送与数据计算分析;

交流侧电压电流及开关量输出模块,包括FPGA芯片、DI芯片、电流电压功率放大器以及D0调理回路组成,FPGA芯片负责与主控CPU通信接收来自主控CPU的仿真测试数据,并通过DI芯片与电流电压功率放大器发出交流电压电流信号,再通过FPGA端口接入D0调理回路发出开关量信号;

控制与保护信息交互模块,包括FPGA芯片与光纤串口组成,光纤串口接收来自于控制系统的控制信号再交由FPGA芯片上送至主控CPU;

直流电流电压输出模块以及采样异常仿真模块,包括FPGA芯片与光纤串口组成,FPGA芯片接收来自于主控CPU的直流电流电压仿真数据以及采样异常仿真的控制逻辑与方式按照直流电子式互感器的输出协议生成测试数据经由光纤串口发出;

控制数据仿真模块,包括FPGA芯片与光纤串口组成,FPGA芯片接收来自于主控CPU的控制系统仿真数据后按照控制保护与控制系统之间的协议生成测试数据经由光纤串口发出;

保护动作行为接收模块,为多路光纤串口,接收来自保护装置发给三取二装置的数据以及保护装置发给控制系统的;

直流保护动作行为分析模块包括FPGA芯片,FPGA芯片解析来自不同光纤串口的数据并根据交互协议进行解析,解析后提取变位逻辑与变位时间,将变位信息上传至主控CPU形成最终的测试结果。

[0007] 一种采样异常控制解耦的直流保护现场测试方法,包括以下步骤:

S100、测试数据生成;

S200、控制系统行为学习;

S300、直流保护测试;

其中,所述S100的数据生成通过交流电流电压开关量模拟输出、直流部分电子式互感器数字量输出以及控制系统仿真输出实现;

交流部分以及开关量是模拟量传输测试系统通过D0以及电流电压功率放大器来实现测试输出;

直流部分采用电子式互感器是基于FT3协议的数字量输出,仿真FT3协议并进行数字化采样异常仿真。

[0008] 所述S200的控制系统行为学习包括控制与保护之间交互自学习;

将控制系统自学习的协议以及控制系统反馈信息的逻辑关系与时间关系与数据生成模块进行同步处理从而生成最终采样异常直流保护动作行为测试的最终静态测试数据;

将直流保护的测试数据通过电流电压开关量模拟输出回路、采样异常仿真的直流电流电压数字输出回路以及控制系统仿真输出回路发送至直流保护装置。

[0009] 所述S300直流保护测试包括数据生成、控制系统仿真输出以及保护动作行为接收与分析;

测试系统通过接收直流保护与三取二装置的仿真接收以及保护与控制之间的仿真接收回路获得测试信息,并对直流保护动作行为进行分析并与发送数据进行整合从而获得最终的采样异常控制解耦的直流保护的测试结果。

[0010] 进一步的,所述S100测试数据生成;

具体包括:

测试数据生成采用simulink仿真来生成换流站正常工作时,交流侧、直流侧电流电压信号以及换流站开关量信号,仿真换流站的正常运行状态,仿真步长为2us,采用C语言编程将仿真数据分别转换成各测试环节的数据源数据。

[0011] 进一步的,所述S200、控制系统行为学习;

具体包括:

采样异常仿真,仿真直流电子式互感器的异常特性,针对不同原理电子式互感器建立相应的异常模型;

光学电子式互感器仿真对象为采样大数的随机分布以及无效数据的随机分布;

电学电子式互感器仿真激光电源跌落过程的异常数据生成、激光电源调整过程异常仿真以及电源低的错误标记生成;

采样异常随机分布采用控制窗数据来实现,采用连续、等间距、随机三类控制方式来实现,随机控制方式分为全范围等概率随机控制的方式和指定区间的不等概率随机控制方式;

其中光学电子式互感器采样大数异常采用指定区间的不等概率随机控制方式,光学电子式互感器无效数据的随机分布全范围等概率随机控制的方式;

电学电子式互感器激光电源跌落过程的异常数据生成、激光电源调整过程异常仿真采用等间距控制方式,电源失效仿真采用连续控制方式。

[0012] 进一步的,所述S300、直流保护测试;

具体包括:

控制系统行为学习及变化延时计算,记录控制与保护交互信息的每个状态位,并学习生成测试协议数据;

记录异常类型发生时刻 t_0 以及控制系统状态变化时刻 $t_1, t_2 \cdots t_n$; $T_1 = t_1 - t_0$ 以此类推从而获得每个状态位的变化延时 T_n ;

数据同步,测试仪内部采用统一的恒温晶振,统一时序,仿真电子式互感器的延时以及功率放大器的实际延时实现采样值同步,根据采样异常发生时刻按照状态位变化延时 T_n ,顺序仿真控制系统的状态变化过程,从而实现整个测试系统的数据同步;

数据同步后,根据电子式互感器的类型进行仿真生成测试所需要的静态测试数据;再通过模拟量、FT3以及IFC协议分别对直流保护施加测试所需的测试数据完成测试工作;

通过独立的IFC接口分别接收直流输出至三取二装置的动作信号以及输出至控制系统的控制数据,对数据协议进行分析提取测试所需的直流保护动作行为,并将动作行为与测试数据进行动作行为映射从而获得最终的直流保护采样异常控制解耦的测试结果。

[0013] 由上述技术方案可知,本发明的采样异常控制解耦的直流保护现场测试方法,是针对直流换流站中的特高压直流保护对于采样异常的处理能力,提出一种采样异常控制解耦的直流保护现场测试方法,以验证采样值异常时特高压直流保护动作行为的正确性。该方法主要应用于特高压直流换流站投运前的现场测试,为直流输电安全稳定运行提供安全保障。

[0014] 本发明具有以下特点:

1、采样异常仿真根据不同电子式互感器的原理进行的统一仿真,仿真方式具有普适性。

[0015] 、采用自学习的方式,无需手动配置控制系统的状态量大大减轻了现场测试的工作量。

[0016] 、采用变化延时测试再同步的方式,真正实现了直流保护系统与控制系统之间的解耦,可对直流保护设备单独展开测试。

[0017] 、采用simulink来进行直流系统正常工况仿真,提高测试结果的可信度。

[0018] 、采用控制窗数据的方式来进行采样异常随机分布仿真，提高了测试系统的测试对象与测试范围。

附图说明

[0019] 图1是典型的特高压直流保护系统架构示意图；

图2是本发明的直流保护采样异常测试系统；

图3是本发明的直流保护采样异常测试流程图。

具体实施方式

[0020] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。

[0021] 如图2和图3所示，本实施例所述的采样异常控制解耦的直流保护现场测试方法，基于直流保护测试系统采样异常测试系统；

其中，直流保护测试系统采样异常测试系统主要由数据生成、控制系统行为学习以及直流保护测试三部分组成。数据生成由交流电流电压开关量模拟输出、直流部分电子式互感器数字量输出以及控制系统仿真输出三部分组成，控制系统行为学习由控制与保护之间交互自学习模式构成，直流保护测试系统由数据生成、控制系统仿真输出以及保护动作行为接收与分析三部分组成。

[0022] 本发明实施例要开展的采样系统异常控制解耦直流保护测试工作，首先要进行数据生成以及数字化采样异常仿真，交流部分以及开关量都是模拟量传输测试系统通过DO以及电流电压功率放大器来实现测试输出。直流部分基本都采用电子式互感器是基于FT3协议的数字量输出，仿真FT3协议并进行数字化采样异常仿真。

[0023] 控制系统与保护装置之间交互信息量非常多，无法直接通过仿真来实现，通过自学习的方式来实现协议的交互，为了获得精确测试数据需要测试采样异常变化与控制行为之间的逻辑关系以及延时关系。

[0024] 将控制系统自学习的协议以及控制系统反馈信息的逻辑关系与时间关系与数据生成模块进行同步处理从而生成最终采样异常直流保护动作行为测试的最终静态测试数据。

[0025] 将直流保护的测试数据通过电流电压开关量模拟输出回路、采样异常仿真的直流电流电压数字输出回路以及控制系统仿真输出回路发送至直流保护装置。

[0026] 测试系统通过接收直流保护与三取二装置的仿真接收以及保护与控制之间的仿真接收回路获得测试信息，并对直流保护动作行为进行分析并与发送数据进行整合从而获得最终的采样异常控制解耦的直流保护的测试结果。

[0027] 其中，

测试数据生成采用simulink仿真来生成换流站正常工作时，交流侧、直流侧电流电压信号以及换流站各种开关量信号，仿真换流站的正常运行状态，仿真步长为2us。采用C语言编程将仿真数据分别转换成各测试环节的数据源数据。

[0028] 采样异常仿真，仿真直流电子式互感器的异常特性，针对不同原理电子式互感器

建立相应的异常模型。光学电子式互感器主要仿真对象为采样大数的随机分布以及无效数据的随机分布,电学电子式互感器仿真主要仿真激光电源跌落过程的异常数据生成、激光电源调整过程异常仿真以及电源低的错误标记生成。采样异常随机分布采用控制窗数据来实现,采用连续、等间距、随机三类控制方式来实现,随机控制方式分为全范围等概率随机控制的方式和指定区间的概率随机控制方式。其中光学电子式互感器采样大数异常采用指定区间的概率随机控制方式,光学电子式互感器无效数据的随机分布全范围等概率随机控制的方式。电学电子式互感器激光电源跌落过程的异常数据生成、激光电源调整过程异常仿真采用等间距控制方式,电源失效仿真采用连续控制方式。

[0029] 控制系统行为学习及变化延时计算,记录控制与保护交互信息的每个状态位,并学习生成测试协议数据。记录各种异常类型发生时刻 t_0 以及控制系统状态变化时刻 t_1 、 $t_2 \cdots t_n$ (多状态变位叠加)。 $T_1 = t_1 - t_0$ 以此类推从而获得每个状态位的变化延时 T_n 。

[0030] 数据同步,测试仪内部采用统一的高稳定恒温晶振,统一时序,仿真电子式互感器的延时以及功率放大器的实际延时实现采样值同步,根据采样异常发生时刻按照状态位变化延时 T_n ,顺序仿真控制系统的状态变化过程,从而实现整个测试系统的数据同步。

[0031] 数据同步后,根据电子式互感器的类型进行仿真生成测试所需要的静态测试数据。再通过模拟量、FT3以及IFC协议分别对直流保护施加测试所需的测试数据完成测试工作。

[0032] 通过独立的IFC接口分别接收直流输出至三取二装置的动作信号以及输出至控制系统的控制数据,对数据协议进行分析提取测试所需的直流保护动作行为,并将动作行为与测试数据进行动作行为映射从而获得最终的直流保护采样异常控制解耦的测试结果。

[0033] 以下具体说明:

1、硬件布置说明:

本实施例的直流保护测试系统采样异常测试系统具体结构如下:

数据生成及测试结果分析模块由上位机与主控CPU两部分组成,上位机负责生成仿真数据,并形成测试过程的人机交互。主控CPU负责测试过程所有数据发送与数据计算分析。

[0034] 交流侧电压电流及开关量输出模块由FPGA芯片、DI芯片、电流电压功率放大器以及D0调理回路组成,FPGA芯片负责与主控CPU通信接收来自主控CPU的仿真测试数据,并通过DI芯片与电流电压功率放大器发出交流电压电流信号,再通过FPGA端口接入D0调理回路发出开关量信号。

[0035] 控制与保护信息交互模块由FPGA芯片与光纤串口组成,光纤串口接收来自于控制系统的控制信号再交由FPGA芯片上送至主控CPU。

[0036] 直流电流电压输出模块以及采样异常仿真模块由FPGA芯片与光纤串口组成,FPGA芯片接收来自于主控CPU的直流电流电压仿真数据以及采样异常仿真的控制逻辑与方式按照直流电子式互感器的输出协议生成测试数据经由光纤串口发出。

[0037] 控制数据仿真模块由FPGA芯片与光纤串口组成,FPGA芯片接收来自于主控CPU的控制系统仿真数据后按照控制保护与控制系统之间的协议生成测试数据经由光纤串口发出。

[0038] 保护动作行为接收模块为多路光纤串口,接收来自保护装置发给三取二装置的数据以及保护装置发给控制系统的的功能数据。

[0039] 直流保护动作行为分析模块由FPGA芯片构成,FPGA芯片解析来自不同光纤串口的数据并根据交互协议进行解析,解析后提取变位逻辑与变位时间,将变位信息上传至住控CPU形成最终的测试结果。

[0040] 、方法步骤:

本发明实施例的采样异常控制解耦的直流保护现场测试方法,具体步骤如下:

步骤1:数据生成

采用C语言编程将仿真数据分别转换成各测试环节的数据源数据。

[0041] 由simulink仿真搭建直流输电系统,包括一次系统部分、控制保护部分及测量部分。

[0042] 一次系统包括交流系统、滤波器、换流器、直流系统组成;

控保部分包括整流侧控保系统、逆变侧控保系统及仿真主控系统;

测量部分包括交流信号测量及直流信号测量。

[0043] 搭建结束后仿真直流输电系统在正常工作情况下的交直流侧的电流电压以及开关状态,并形成comtrade文件后导入到测试系统主控CPU中形成测试数据。

[0044] 仿真步长为2us。

[0045] 步骤2: 采样异常仿真

首先针对不同原理电子式互感器建立相应的异常模型。

[0046] 光学电子式互感器主要仿真对象为采样大数的随机分布以及无效数据的随机分布。

[0047] 电学电子式互感器仿真主要仿真激光电源跌落过程的异常数据生成、激光电源调整过程异常仿真以及电源低的错误标记生成。

[0048] 再次建立采样异常随机分布关系,采样异常随机分布采用控制窗数据来实现,采用连续、等间距、随机三类控制方式来实现,随机控制方式分为全范围等概率随机控制的方式和指定区间的等概率随机控制方式。

[0049] 最后根据所采用直流电子式互感器的原理选择异常仿真模式,光学电子式互感器采样大数异常采用指定区间的等概率随机控制方式,光学电子式互感器无效数据的随机分布全范围等概率随机控制的方式。电学电子式互感器激光电源跌落过程的异常数据生成、激光电源调整过程异常仿真采用等间距控制方式,电源失效仿真采用连续控制方式。

[0050] 步骤3:控制系统行为学习及变化延时计算

记录控制与保护交互信息的每个状态位,并学习生成测试协议数据。记录各种异常类型发生时刻 t_0 以及控制系统状态变化时刻 t_1 、 $t_2 \cdots t_n$ (多状态变位叠加)。 $T_1=t_1-t_0$ 以此类推从而获得每个状态位的变化延时 T_n 。

[0051] 步骤4:数据同步

测试仪内部采用统一的高稳定恒温晶振,统一时序,仿真电子式互感器的延时以及功率放大器的实际延时实现采样值同步,根据采样异常发生时刻按照状态位变化延时 T_n ,顺序仿真控制系统的状态变化过程,从而实现整个测试系统的数据同步。

[0052] 步骤5:静态测试数据生成

数据同步后,根据电子式互感器的类型进行仿真生成测试所需要的静态测试数据。

[0053] 静态数据包括交流侧的电流电压数据、开关状态、经采样异常控制后的直流侧电

流电压数据以及采样异常下的阀控输出信号。

[0054] 再通过模拟量、FT3以及IFC协议分别对直流保护施加测试所需的测试数据完成测试工作。

[0055] 步骤6:保护动作行为接收

通过独立的IFC接口分别接收直流输出至三取二装置的动作信号以及输出至控制系统的控制数据。

[0056] 步骤7:保护动作行为解析

对数据协议进行分析提取测试所需的直流保护动作行为,并将动作行为与测试数据进行动作行为映射从而获得最终的直流保护采样异常控制解耦的测试结果。

[0057] 步骤8:测试结果生成

测试主机对自身输出信号进行录波,并同时保护动作行为按照时间顺序进行录波,形成测试结果波形,并以异常最初发生时刻为时间基点计算得出直流保护动作逻辑与动作时间。

[0058] 综上所述,本发明实施例针对直流换流站中的特高压直流保护对于采样异常的处理能力,提出一种采样异常控制解耦的直流保护现场测试方法,以验证采样值异常时特高压直流保护动作行为的正确性。该方法主要应用于特高压直流换流站投运前的现场测试,为直流输电安全稳定运行提供安全保障。

[0059] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

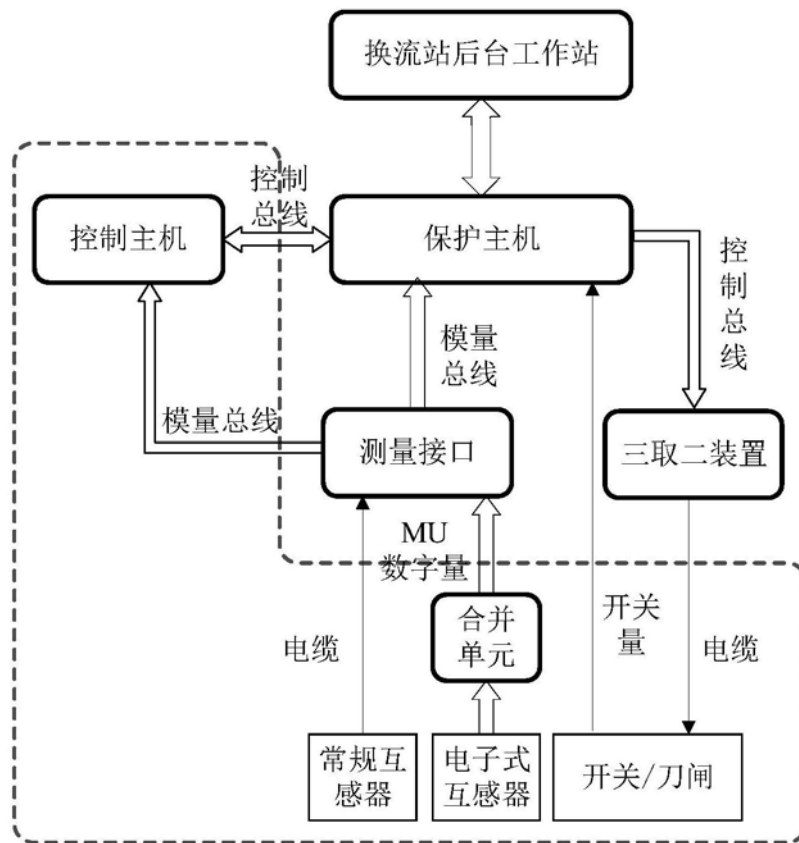
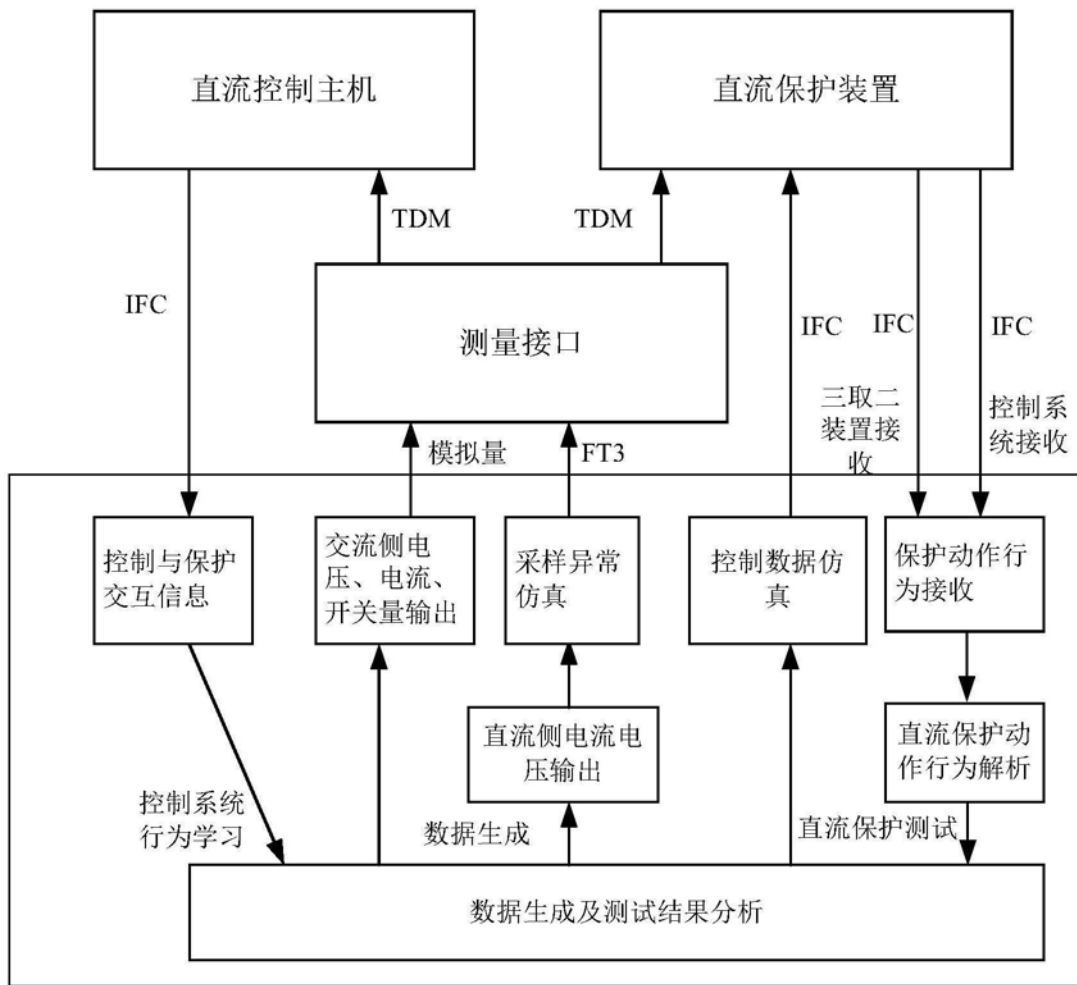


图1



直流保护采样异常测试系统

图2

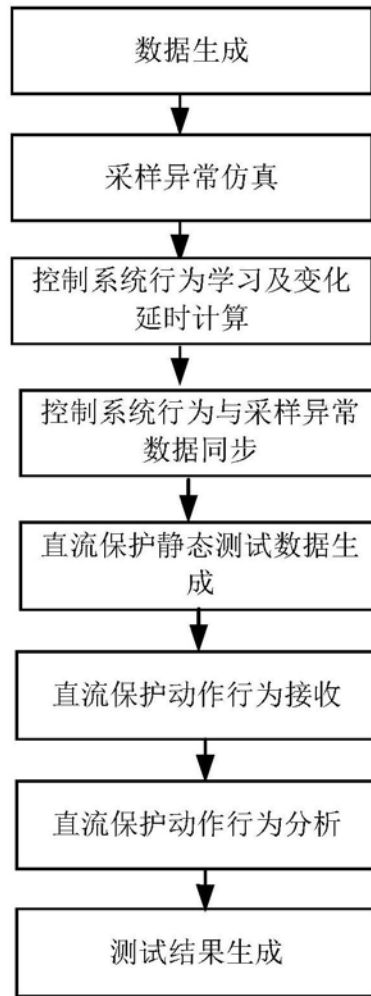


图3