



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108169584 B

(45) 授权公告日 2021.03.16

(21) 申请号 201711213650.4

(22) 申请日 2017.11.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108169584 A

(43) 申请公布日 2018.06.15

(73) 专利权人 国网北京市电力公司
地址 100031 北京市西城区区前门西大街
41号
专利权人 国家电网公司

(72) 发明人 肖永立 蔡庆 郑同伟 孙军
郑正 汪眸 张达 黄楠 段文洁
刘少波 高圣 见伟

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240
代理人 赵囡囡

(51) Int.Cl.

G01R 31/00 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 105656204 A, 2016.06.08
- CN 105656204 A, 2016.06.08
- CN 202794365 U, 2013.03.13
- CN 105391509 A, 2016.03.09
- CN 106532939 A, 2017.03.22
- CN 106340968 A, 2017.01.18
- CN 104300673 A, 2015.01.21
- CN 104301163 A, 2015.01.21
- CN 106405293 A, 2017.02.15
- CN 106685606 A, 2017.05.17
- CN 104635084 A, 2015.05.20
- CN 206657070 U, 2017.11.21

审查员 梁雪敏

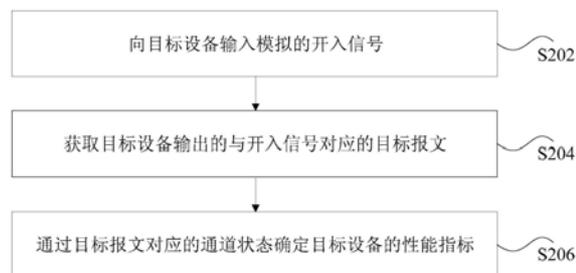
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

设备的测试方法、装置、系统、存储介质和处理器

(57) 摘要

本发明公开了一种设备的测试方法、装置、系统、存储介质和处理器。该方法包括：向目标设备输入模拟的开入信号；获取目标设备输出的与开入信号对应的目标报文；通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标。通过本发明，达到了提高设备的测试效率的效果。



1. 一种设备的测试方法,其特征在于,包括:

向目标设备输入模拟的开入信号;

获取所述目标设备输出的与所述开入信号对应的目标报文;

通过所述目标报文对应的通道状态确定所述目标设备的性能指标;

其中,获取所述目标设备根据所述开入信号输出的目标报文包括:获取所述目标设备分别在多种开出频率下,输出的与所述开入信号对应的所述目标报文,其中,每路接点的所述开出频率独立控制。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,获取所述目标设备分别在多种所述开出频率下,输出的与所述开入信号对应的所述目标报文包括以下至少之一:

获取所述目标设备分别在一个开出通道的多种所述开出频率下,输出的与所述开入信号对应的所述目标报文;

获取所述目标设备同时在多个所述开出通道的所述开出频率下,输出的与所述开入信号对应的所述目标报文;

获取所述目标设备依次在多个所述开出通道的所述开出频率下,输出的与所述开入信号对应的所述目标报文;

获取所述目标设备在多个所述开出通道中的随机一个所述开出通道的所述开出频率下,输出的与所述开入信号对应的所述目标报文。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,通过所述目标报文对应的通道状态确定所述目标设备的性能指标包括:

检测所述目标报文对应的所述通道状态和所述开出通道的状态是否一致,得到检测结果;

根据所述检测结果确定所述目标设备的所述性能指标。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述性能指标包括以下至少之一:

第一指标,用于指示所述目标设备对一个所述开出通道的多个所述开出频率的分辨能力;

第二指标,用于指示所述目标设备同时在多个所述开出通道的所述开出频率下,对所述开入信号的处理能力;

第三指标,用于指示所述目标设备依次在多个所述开出通道的所述开出频率下,对所述开入信号的处理能力;

第四指标,用于指示所述目标设备在多个开出通道中的随机一个开出通道的所述开出频率下,对所述开入信号的处理能力。

5. 一种设备的测试装置,其特征在于,包括:

输入单元,用于向目标设备输入模拟的开入信号;

获取单元,用于获取所述目标设备输出的与所述开入信号对应的目标报文;

确定单元,用于通过所述目标报文对应的通道状态确定所述目标设备的性能指标;

其中,所述装置通过以下步骤来获取所述目标设备根据所述开入信号输出的目标报文:获取所述目标设备分别在多种开出频率下,输出的与所述开入信号对应的所述目标报文,其中,每路接点的所述开出频率独立控制。

6. 一种设备的测试系统,其特征在于,包括:

信号发生装置,用于向目标设备输入模拟的开入信号;

处理装置,与所述信号发生装置相连接,用于获取所述目标设备输出的与所述开入信号对应的目标报文,通过所述目标报文对应的通道状态确定所述目标设备的性能指标;

其中,所述处理装置用于通过以下步骤来获取所述目标设备根据所述开入信号输出的目标报文:获取所述目标设备分别在多种开出频率下,输出的与所述开入信号对应的所述目标报文,其中,每路接点的所述开出频率独立控制。

7. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述信号发生装置包括:

开出模块,用于控制向所述目标设备输入模拟的所述开入信号的开出时间、开出间隔和开出频次。

8. 根据权利要求7所述的系统,其特征在于,所述开出模块通过固体继电器控制向所述目标设备输入模拟的所述开入信号的所述开出时间、所述开出间隔和所述开出频次。

9. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述处理装置包括:

通讯模块,用于接收所述目标设备输出的与所述开入信号对应的目标报文。

10. 根据权利要求9所述的系统,其特征在于,所述通讯模块通过基于FPGA的时间戳标记电路,对所述目标报文标记时间戳。

11. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述测试系统还包括:

时钟模块,用于确定所述信号发生装置和所述处理装置在处理事件时的时间。

12. 一种存储介质,其特征在于,所述存储介质包括存储的程序,其中,在所述程序运行时控制所述存储介质所在设备执行权利要求1至4中任意一项所述的设备的测试方法。

13. 一种处理器,其特征在于,所述处理器用于运行程序,其中,所述程序运行时执行权利要求1至4中任意一项所述的设备的测试方法。

设备的测试方法、装置、系统、存储介质和处理器

技术领域

[0001] 本发明涉及测试领域,具体而言,涉及一种设备的测试方法、装置、系统、存储介质和处理器。

背景技术

[0002] 目前,随着智能电网建设的不断深入,智能变电站已成为变电站的主流形式。智能变电站综合自动化设备及系统运行的可靠性、稳定性,直接影响到电网生产、调度的安全与效率。通过对智能变电站运维检修的总结,发现综自设备的遥信、遥测、遥控信号出现的问题较多,主要表现有:装置在有大量开入变位时因处理能力不足等原因导致遥信丢失,监控后台遥测信号长期不刷新,遥控预置失败、遥控执行失败等。

[0003] 在变电站设备调试和检修阶段,均有针对自动化设备开入开出能力的测试,具体测试过程为:利用如继电保护测试仪,手动开出设备需要的接点信号(如无源节点、有源接点),一般为每次开出一个信号或者至多同时开出4-8个信号,依次对所有的遥信开入进行测试,然后通过观察自动化设备人机界面的遥信状态,判断装置是否正确反映接点的实际状态。

[0004] 但上述对装置开入能力进行测试都是功能性测试,不针对其分辨率、实时性、完整性等性能指标进行测试。有如下几点不足:(1)无法模拟频繁开入情况,比如,每秒100Hz,普通测试设备不具备频繁开出的能力,因此,无法验证装置是否能处理频繁开入的信号;(2)通过人机界面观察遥信变位状态,无法区分信号先后发生的时序性;(3)无法测试从开入到遥信变位的时间,无法测试其信号处理的及时性;(4)针对同一个信号多次变位,无法判断遥信是否反映其多次变位的情况,即信号的完整性。因而,存在设备的测试效率低的问题。

[0005] 针对设备的测试效率低的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0006] 本发明的主要目的在于提供一种设备的测试方法、装置、系统、存储介质和处理器,以至少解决设备的测试效率低的问题。

[0007] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种设备的测试方法。该方法包括:向目标设备输入模拟的开入信号;获取目标设备输出的与开入信号对应的目标报文;通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标。

[0008] 可选地,获取目标设备根据开入信号输出的目标报文包括:获取目标设备分别在多种开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文。

[0009] 可选地,获取目标设备分别在多种开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文包括以下至少之一:获取目标设备分别在一个开出通道的多种开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文;获取目标设备同时在多个开出通道的开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文;获取目标设备依次在多个开出通道的开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文;获取目标设备在多个开出通道中的随机一个开出通道的开出频率下,

输出的与开入信号对应的目标报文。

[0010] 可选地,通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标包括:检测目标报文对应的通道状态和开出通道的状态是否一致,得到检测结果;根据检测结果确定目标设备的性能指标。

[0011] 可选地,性能指标包括以下至少之一:第一指标,用于指示目标设备对一个开出通道的多个开出频率的分辨能力;第二指标,用于指示目标设备同时在多个开出通道的开出频率下,对开入信号的处理能力;第三指标,用于指示目标设备依次在多个开出通道的开出频率下,对开入信号的处理能力;第四指标,用于指示目标设备在多个开出通道中的随机一个开出通道的开出频率下,对开入信号的处理能力。

[0012] 为了实现上述目的,根据本发明的另一方面,还提供了一种设备的测试装置。该装置包括:输入单元,用于向目标设备输入模拟的开入信号;获取单元,用于获取目标设备输出的与开入信号对应的目标报文;确定单元,用于通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标。

[0013] 为了实现上述目的,根据本发明的另一方面,还提供了一种设备的测试系统。该系统包括:信号发生装置,用于向目标设备输入模拟的开入信号;处理装置,与信号发生装置相连接,用于获取目标设备输出的与开入信号对应的目标报文,通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标。

[0014] 可选地,信号发生装置包括:开出模块,用于控制向目标设备输入模拟的开入信号的开出时间、开出间隔和开出频次。

[0015] 可选地,开出模块通过固体继电器控制向目标设备输入模拟的开入信号的开出时间、开出间隔和开出频次。

[0016] 可选地,处理装置包括:通讯模块,用于接收目标设备输出的与开入信号对应的目标报文。

[0017] 可选地,通讯模块通过基于FPGA的时间戳标记电路,对目标报文标记时间戳。

[0018] 可选地,该测试系统还包括:时钟模块,用于确定信号发生装置和处理装置在处理事件时的时间。

[0019] 为了实现上述目的,根据本发明的另一方面,还提供了一种存储介质。该存储介质包括存储的程序,其中,在程序运行时控制存储介质所在设备执行本发明实施例的设备的测试方法。

[0020] 为了实现上述目的,根据本发明的另一方面,还提供了一种处理器。该处理器用于运行程序,其中,程序运行时执行本发明实施例的设备的测试方法。

[0021] 在发明实施例中,向目标设备输入模拟的开入信号;获取目标设备输出的与开入信号对应的目标报文;通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标。由于通过开入信号,同时结合目标设备的目标报文,综合评判目标设备在信号频繁开入时的性能指标,解决了设备的测试效率低的问题,进而达到了提高设备的测试效率的效果。

附图说明

[0022] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

- [0023] 图1是根据本发明实施例的一种设备的测试系统的示意图；
[0024] 图2是根据本发明实施例的一种设备的测试方法的流程图；
[0025] 图3是根据本发明实施例的另一种设备的测试系统的示意图；
[0026] 图4是根据本发明实施例的一种继电器的开出原理的示意图；以及
[0027] 图5是根据本发明实施例的一种设备的测试装置的示意图。

具体实施方式

[0028] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0029] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本申请保护的范畴。

[0030] 需要说明的是,本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本申请的实施例。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0031] 实施例1

[0032] 本发明实施例提供了一种设备的测试系统。

[0033] 图1是根据本发明实施例的一种设备的测试系统的示意图。如图1所示,该系统包括:信号发生装置10和处理装置20。

[0034] 信号发生装置10,用于向目标设备输入模拟的开入信号。

[0035] 该实施例的设备的测试系统包括信号发生装置10,比如,开关信号发生装置,可以模拟高频率的开入信号,可以在目标设备投运前或者目标设备检修时,向目标设备输入该开入信号。目标设备为被测设备,可以为变电站综合自动化设备,比如,为智能变电站智能终端、测控装置等自动化设备。

[0036] 处理装置20,与信号发生装置20相连接,用于获取目标设备输出的与开入信号对应的目标报文,通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标。

[0037] 该实施例的与开入信号对应的目标报文,也即,目标设备根据开入信号发出的网络报文,可以为GOOSE变位报文,处理装置20在接收到目标报文之后,对目标报文进行解析,确定目标报文对应的通道状态,可以通过分析目标报文中开关量的变位情况与测试时的开出的数量、顺序、时间要求是否一致,确定目标设备的性能指标,从而达到对目标设备进行测试的目的。

[0038] 该实施例将信号发生装置10与处理装置20相结合,构成针对自动化设备开入性能的闭环测试系统,可以通过该实施例的设备的测试系统,开展对变电站自动化设备的开入性能的测试。

[0039] 该实施例通过信号发生装置10向目标设备输入模拟的开入信号,通过处理装置20,与信号发生装置20相连接获取目标设备输出的与开入信号对应的目标报文,通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标。由于通过开入信号,同时结合目标设备的目标报文,综合评判目标设备在信号频繁开入时的性能指标,解决了设备的测试效率低的问题,进而达到了提高设备的测试效率的效果。

[0040] 该实施例的设备的测试系统可以由测试装置和上位机软件构成。其中,测试装置可以开出模块、通讯模块、报文接收模块实现主要功能,同时配备高精度时钟;上位机软件为用于操作及分析的软件。

[0041] 测试装置开出通道与目标设备的被测通道相连,通过上位机软件的人机操作界面,设置该开出通道的开出频率;也可以将测试装置的多个开出通道(比如,4通道、8通道、12通道、16通道)与目标设备对应的通道相连,通过上位机软件的人机操作界面,设置多个开出通道同步开出;也可以将测试装置的多个开出通道(比如,4通道、8通道、12通道、16通道)与目标设备对应的通道相连,通过上位机软件的人机操作界面,设置多个开出通道按照一定的延时依次开出;也可以将测试装置的多个开出通道(比如,4通道、8通道、12通道、16通道)与目标设备对应的通道相连,通过上位机软件的人机操作界面,模拟真实的变电站场景,设置多个开出通道随机开出。

[0042] 可选地,信号发生装置包括:开出模块,用于控制向目标设备输入模拟的开入信号的开出时间、开出间隔和开出频次。

[0043] 开出模块,也即,接点开出模块可以精确向目标设备输入模拟的开入信号的控制开出时间、开出间隔、开出频次,可以支持16路空接点或有源接点,每路接点的开出频率可以独立控制,单路最高频率达100Hz;开出模式由上位机软件设置,可多路接点按各自频率同时开出,或者多路接点按一定频率顺序开出;可以精确地记录每路接点每次开出的时间,其中,时间精度为微秒(us)级。

[0044] 可选地,开出模块通过固体继电器控制向目标设备输入模拟的开入信号的开出时间、开出间隔和开出频次。

[0045] 一般硬接点的开出采用继电器来实现,但由于继电器的机械结构,其开出时间一般在5ms左右,且频繁开出时不能保证开出时间的均匀性,开出持续时间不精确,且容易损坏继电器。该实施例为了精确地控制开出时间、开出间隔、开出频次,该实施例的开出模块采用固体继电器实现(Solid State Relay,简称为SSR),固体继电器是利用微电子技术与电力电子技术相结合而发展起来的一种新型、不含机械结构、无触点的电子开关器件,它可以实现用微弱的控制信号(几毫安到几十毫安)控制0.1A直至几百A电流的负载,利用电子组件(比如,开关三极管、双向可控硅等半导体器件)的开关特性,达到无触点、无火花地接通和断开电路的目的;其通常的切换时间可从几毫秒到几微秒,因而开关频率可以达上千赫兹,能够满足该实施例的设备的测试系统的技术要求。

[0046] 可选地,处理装置20包括:通讯模块,用于接收目标设备输出的与开入信号对应的目标报文。

[0047] 该实施例的处理装置20包括通讯模块,用于接收目标设备输出的与开入信号对应的目标报文,该通讯模块可以包括2对光纤以太网接口、2个100/10001自适应电网口。通过网络接口与被测的目标设备的网络输出接口进行连接,接收目标设备输出的目标报文,并

对目标报文进行分析,以确定目标设备的性能指标。

[0048] 该实施例的通讯模块可以支持标准的IEC61850协议,其中最重要的是对GOOSE机制的支持。测试系统通过可控的节点开出至目标设备,比如,开出至智能终端或测控装置,此时目标设备应发送GOOSE变位报文,测试装置在接收到GOOSE报文之后,对GOOSE报文进行解析,分析GOOSE报文中开关量的变位情况与测试时的开出的数量、顺序、时间要求是否一致,从而达到了对目标设备进行测试目的。

[0049] 可选地,通讯模块通过基于现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,简称为FPGA)的时间戳标记电路,对目标报文标记时间戳。

[0050] 该实施例由于需要精确计算硬接点的开出时间与测试装置收到目标报文时刻之间的时间差,因此对目标报文的接收时间的精度要求很高。如果使用纯软件方式获取的时间戳,这受操作系统和协议栈的延迟不确定性以及网络传输延迟的不确定性影响,会导致时间精度较低。该实施例采用基于FPGA的硬件时间戳标记电路,在网络物理层和MAC控制层之间对网卡所接收的报文标记时间戳,从而提高了时间戳的精度。

[0051] 举例而言,如果接点开出时刻记为 t_1 ,对应的目标报文的接收时刻记为 t_2 ,则目标设备对接点开入的处理时间 $t=t_2-t_1$ 。

[0052] 可选地,该测试系统还包括:时钟模块,用于确定信号发生装置和处理装置在处理事件时的时间。

[0053] 该实施例的测试系统配备高精度时钟,包括时钟模块,比如,为时钟同步模块,用于确定信号发生装置和处理装置在处理事件时的时间。该时钟模块支持光B码、IEEE1588两种对时方式,对时精度可以达微秒(us),甚至纳秒(ns)级;同时具备高精度的自守时功能。

[0054] 该时钟模块可以从变电站内时钟源接收时钟同步信号,可以保证开出事件、网络事件的绝对时间精度。

[0055] 该实施例的设备的测试系统可以对自动化设备的开入性能进行测试,在目标设备投运初期,及时发现目标设备的开入处理能力的不足,从而最大程度地减少,或者避免因目标设备的性能问题而带来的系统安全隐患,提高了系统运行的安全性。

[0056] 实施例2

[0057] 本发明实施例还提供了一种设备的测试方法。需要说明的是,该实施例的设备的测试方法可以由本发明实施例的设备的测试系统执行。

[0058] 图2是根据本发明实施例的一种设备的测试方法的流程图。如图2所示,该方法包括以下步骤:

[0059] 步骤S202,向目标设备输入模拟的开入信号。

[0060] 在本申请上述步骤S202提供的技术方案中,向目标设备输入模拟的开入信号。

[0061] 该实施例的目标设备为被测设备,可以为变电站综合自动化设备,比如,为智能变电站智能终端、测控装置等自动化设备,向目标设备输入模拟的开入信号,比如,向目标设备输入模拟高频率的开入信号,也即,频繁输入的模拟的开入信号。

[0062] 步骤S204,获取目标设备输出的与开入信号对应的目标报文。

[0063] 在本申请上述步骤S204提供的技术方案中,获取目标设备输出的与开入信号对应的目标报文。

[0064] 步骤S206,通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标。

[0065] 在本申请上述步骤S206提供的技术方案中,在向目标设备输入模拟的开入信号之后,通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标。

[0066] 该实施例的与开入信号对应的目标报文,也即,目标设备根据开入信号发出的网络报文,可以为GOOSE变位报文。在接收到目标报文之后,对目标报文进行解析,确定目标报文对应的通道状态,可以通过分析目标报文中开关量的变位情况与测试时的开出的数量、顺序、时间要求是否一致,确定目标设备的性能指标,从而达到对目标设备进行测试的目的。

[0067] 该实施例通过向目标设备输入模拟的开入信号;获取目标设备输出的与开入信号对应的目标报文;通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标。由于通过开入信号,同时结合目标设备的目标报文,综合评判目标设备在信号频繁开入时的性能指标,解决了设备的测试效率低的问题,进而达到了提高设备的测试效率的效果。

[0068] 作为一种可选的实施方式,获取目标设备根据开入信号输出的目标报文包括:获取目标设备分别在多种开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文。

[0069] 该实施例在获取目标设备根据开入信号输出的目标报文时,可以进行多次测试,获取目标设备分别在多种开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文,比如,分别设置开出频率为10Hz、20Hz、30Hz、40Hz、50Hz、60Hz、70Hz、80Hz、90Hz、100Hz,以分别检查在不同开出频率下,目标设备对通道开入进行处理的能力。

[0070] 作为一种可选的实施方式,获取目标设备分别在多种开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文包括以下至少之一:获取目标设备分别在一个开出通道的多种开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文;获取目标设备同时在多个开出通道的开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文;获取目标设备依次在多个开出通道的开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文;获取目标设备在多个开出通道中的随机一个开出通道的开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文。

[0071] 该实施例在获取目标设备分别在多种开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文时,可以获取目标设备分别在一个开出通道的多种开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文,比如,将测试装置的开出通道与目标设备的被测通道相连接,通过人机操作界面,设置该开出通道的开出频率。可以进行多次测试,比如,分别设置开出频率为10Hz、20Hz、30Hz、40Hz、50Hz、60Hz、70Hz、80Hz、90Hz、100Hz,实现单通道高频率开出,进而分析目标设备发出分别与上述开出频率的对应的目标报文。

[0072] 还可以获取目标设备同时在多个开出通道的开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文,比如,将测试装置的多个开出通道(比如,4通道、8通道、12通道、16通道)与目标设备对应的通道相连接,通过人机操作界面,设置多个开出通道同步开出,可以进行多次测试,分别设置开出频率为10Hz、20Hz、40Hz、80Hz,实现多通道同时开出,进而分析目标设备发出分别与上述开出频率的对应的目标报文。

[0073] 还可以获取目标设备依次在多个开出通道的开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文,比如,将测试装置的多个开出通道(比如,4通道、8通道、12通道、16通道)与目标设备对应的通道相连接,通过人机操作界面,设置多个开出通道按照一定的延时依次开出。可以进行多次测试,分别设置开出频率为10Hz、20Hz、40Hz、80Hz,实现多通道依次开出,进而分析目标设备发出分别与上述开出频率的对应的目标报文。

[0074] 还可以获取目标设备在多个开出通道中的随机一个开出通道的开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文,比如,将测试装置的多个开出通道(比如,4通道、8通道、12通道、16通道)与目标设备对应的通道相连接,通过人机操作界面,模拟真实的变电站场景,设置多个开出通道随机开出。可以进行多次测试,分别设置开出频率为10Hz、20Hz、40Hz、80Hz,实现多通道随机开出,进而分析目标设备发出分别与上述开出频率的对应的目标报文。

[0075] 作为一种可选的实施方式,通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标包括:检测目标报文对应的通道状态和开出通道的状态是否一致,得到检测结果;根据检测结果确定目标设备的性能指标。

[0076] 该实施例在通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标时,可以检测目标报文对应的通道状态和开出通道的状态是否一致,比如,检查通道状态是否与实际开入一致,得到检测结果,该检查结果包括目标报文对应的通道状态和开出通道的状态一致的结果,目标报文对应的通道状态和开出通道的状态不一致的结果。最后根据检测结果确定目标设备的性能指标的好坏。

[0077] 作为一种可选的实施方式,性能指标包括以下至少之一:第一指标,用于指示目标设备对一个开出通道的多个开出频率的分辨能力;第二指标,用于指示目标设备同时在多个开出通道的开出频率下,对开入信号的处理能力;第三指标,用于指示目标设备依次在多个开出通道的开出频率下,对开入信号的处理能力;第四指标,用于指示目标设备在多个开出通道中的随机一个开出通道的开出频率下,对开入信号的处理能力。

[0078] 该实施例的性能指标包括第一指标,用于指示目标设备对一个开出通道的多个开出频率的分辨能力,可以为实时性指标。可选地,在获取目标设备分别在一个开出通道的多种开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文的情况下,可以分析目标设备发出的目标报文,在不考虑开入防抖的情况下,开入每次变位均会在目标报文的对应通道状态体现出来。分析目标报文对应的通道的变位时间,分析其变位频率是否与开出频率一致,考察目标设备对单一通道频繁开入的分辨能力,也即,实时性。

[0079] 该实施例的性能指标包括第二指标,用于指示目标设备同时在多个开出通道的开出频率下,对开入信号的处理能力,可以为完整性指标。可选地,在获取目标设备同时在多个开出通道的开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文的情况下,分析目标设备发出的目标报文,目标报文中对应通道状态应该在同一时间变位,检查通道状态是否与实际开入一致;进而检查在不同开入频率下,目标设备对多通道开入的同时进行处理的能力,也即,完整性。

[0080] 该实施例的性能指标包括第三指标,用于指示目标设备依次在多个开出通道的开出频率下,对开入信号的处理能力,可以为时序性指标。在获取目标设备依次在多个开出通道的开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文的情况下,分析目标设备发出的目标报文,目标报文中对应的每一个通道状态的变位时刻的时间差应为设定的延时,检查通道状态是否与实际开入一致;进而在检查不同的开入频率下,目标设备对多通道依次开入进行处理的能力,也即,时序性。

[0081] 该实施例的性能指标包括第四指标,用于指示目标设备在多个开出通道中的随机一个开出通道的开出频率下,对开入信号的处理能力。在获取目标设备在多个开出通道中

的随机一个开出通道的开出频率下,输出的与开入信号对应的目标报文的情况下,分析目标设备发出的目标报文,检查目标报文中对应通道状态与对应开出通道是否一致;进而检查在不同开入频率下,目标设备在实际运行环境中能否正确处理多次无规律的开入。

[0082] 该实施例可以目标设备投运前或者检修时,通过向目标设备输入模拟高频率的开入信号,同时结合目标设备的目标报文,综合评判目标设备在信号频繁开入时,其产生告警信号、SOE信号在及时性、完整性、时序性等方面的性能表现,从而避免了无法模拟频繁开入情况,避免了通过人机界面观察遥信变位状态,无法区分信号先后发生的时序性,避免了无法测试从开入到遥信变位的时间,无法测试其信号处理的及时性,避免了针对同一个信号多次变位,无法判断遥信是否反映其多次变位的情况,即信号的完整性,可以帮助相关人员提前发现设备性能瓶颈,制定应对策略,降低运行时故障发生的概率,有效地保证自动化设备的安全与可靠运行,提高了目标设备的测试效率。

[0083] 需要说明的是,在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行,并且,虽然在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

[0084] 实施例3

[0085] 下面结合优选的实施方式对本发明的技术方案进行举例说明。

[0086] 在变电站中,自动化设备主要实现对一次设备的监测和控制功能,其中一次设备的状态(比如,断路器各相分合状态、刀闸分合状态、远方/就地信号、功能投切等)以及告警信号(比如,断路器SF6压力低告警、电源消失等)通过有源接点/无源接点传输至信号采集设备的开入端子(比如,智能终端、测控装置等自动化设备),由自动化设备对信号进行识别及处理,转化为网络报文上传至本地监控和调控中心自动化主站系统。在实际运行中,一次设备产生的信号量非常多,由于自动化设备设计、老化等原因,可能造成其对信号的处理能力不足,导致重要信号反馈不及时、丢失或乱序,影响相关人员对一次设备运行状态的监测、判断和分析,甚至影响继电保护的正确动作行为。

[0087] 该实施例提出了一种智能变电站综自设备性能测试系统及测试方法,主要针对智能变电站智能终端、测控装置等自动化设备的开入接点的性能进行测试。在自动化设备投运前或者设备检修时,通过测试设备模拟高频率的开入信号,同时结合自动化设备的网络输出信号,综合评判自动化设备在信号频繁开入时,其产生告警信号、SOE信号在及时性、完整性、时序性等方面的性能表现。

[0088] 该实施例可以研制开关信号发生装置,该装置支持多路开出(不少于16路)、多种开出策略(多路各自按一定频次顺序开出或同时开出)、开出频率可控(单路最大频率100次/秒、16路同时开出达800次)、精确记录每一路的开出时间;开发针对自动化设备网络报文的解析工具,分析报文中携带的信号量的状态、采集时间、变位次序等;将开关信号发生装置与网络报文解析工具相结合,构成针对自动化设备开入性能的闭环测试系统,以开展对变电站自动化设备开入性能的测试。

[0089] 利用本发明提供的测试系统和方法,可实现对智能变电站智能终端、测控装置等开入回路的性能测试,以在设备投运初期发现自动化设备开入处理能力的不足,帮助相关人员提前发现设备性能瓶颈,制定应对策略,降低运行时故障发生的概率,从而最大程度减少或避免因自动化设备性能问题带来的系统安全隐患,有效地保证自动化设备的安全与可

靠运行。

[0090] 图3是根据本发明实施例的另一种设备的测试系统的示意图。如图3所示,该测试系统包括:操作及分析软件1和测试装置2,其中,测试装置2包括:电源模块21、开出模块22、通讯模块23和时钟模块24。

[0091] 该实施例的设备的测试系统可以为变电站综合自动化设备性能测试系统,也即,综自设备性能测试系统,由测试装置2和上位机软件1构成。测试装置2由开出模块22、通讯模块23(报文模拟发送模块、报文接收模块)实现主要功能,同时配备高精度时钟模块24,电源模块21为测试系统供电。

[0092] 下面对该实施例的开出模块22的技术特性进行介绍。

[0093] 接点开出模块支持16路空接点或有源接点,每路接点的开出频率可独立控制,单路最高频率达100Hz;开出模式由上位机软件设置,可多路接点按各自频率同时开出,或多路接点按一定频率顺序开出;可以精确地记录每路接点每次开出的时间,时间精度为微秒(us)级。

[0094] 图4是根据本发明实施例的一种继电器的开出原理的示意图。如图4所示,软件控制PB0输出0,PB1输出1,可使与非门H1输出低电平,光敏三极管导通,继电器K带电使触点吸合,从而实现开出功能。

[0095] 但由于继电器的机械结构,其开出时间一般在5ms左右,且频繁开出时不能保证开出时间的均匀性,开出持续时间不精确,且容易损坏继电器。因而,该实施例采用固体继电器,以能够精确地控制开出时间、开出间隔、开出频次,开出模块。固体继电器是现代微电子技术 with 电力电子技术相结合而发展起来的一种新型、不含机械结构、无触点的电子开关器件,它可以实现用微弱的控制信号(几毫安到几十毫安)控制0.1A直至几百A电流负载,利用电子组件(比如,开关三极管、双向可控硅等半导体器件)的开关特性,达到无触点、无火花地接通和断开电路的目的;其通常的切换时间可从几毫秒到几微秒,故开关频率可达上千赫兹,能够满足该实施例的测试系统的技术要求。

[0096] 下面对该实施例的通讯模块23的技术特性进行介绍。

[0097] 该实施例的通讯模块23包括2对光纤以太网接口、2个100/10001自适应电网口。通过网络接口与被测自动化设备的网络输出接口进行连接,接收自动化设备的输出报文,并对输出报文进行分析。

[0098] 由于需要精确计算硬接点的开出时间与测试装置收到网络报文时刻的时间差,因此对网络报文接收的时间的精度要求很高。如果使用纯软件方式获取的时间戳,这样受操作系统和协议栈的延迟不确定性以及网络传输延迟的不确定性影响,会导致时间精度较低。为了提高时间戳的精度,该实施例采用了基于FPGA的硬件时戳标记电路,在网络物理层和MAC控制层之间对网卡所接收的报文标记时间戳。

[0099] 举例而言,接点开出时刻记为 t_1 ,对应报文的接收时刻记为 t_2 ,则被测自动化设备对接点开入的处理时间 $t = t_2 - t_1$ 。

[0100] 通讯模块23支持标准的IEC61850协议,其中最重要的是对GOOSE机制的支持。测试系统通过可控的节点开出至被测设备,比如。开出至智能终端或测控装置等被测设备,此时被测设备应发送GOOSE报文,测试装置接收到GOOSE报文后进行解析,分析报文中开关量的变位情况与测试时的开出的数量、顺序、时间要求是否一致,从而达到对被测设备进行测试

的目的。

[0101] 下面对该实施例的时钟模块24的技术特性进行介绍。

[0102] 时钟模块24,也即,时钟同步模块,支持光B码、IEEE1588两种对时方式,对时精度可达微秒us甚至纳秒(ns)级;同时具备高精度的自守时功能。时钟模块24可以从变电站内时钟源接收时钟同步信号,可以保证开出事件、网络事件的绝对时间精度。

[0103] 下面对该实施例的测试系统的测试方案进行介绍。

[0104] (1)单通道高频率开出。该实施例将测试装置开出通道与被测设备(比如,智能终端)的被测通道相连,通过人机操作界面,设置该开出通道的开出频率。可以进行多次测试,比如,分别设置开出频率为10Hz、20Hz、30Hz、40Hz、50Hz、60Hz、70Hz、80Hz、90Hz、100Hz。

[0105] 分析智能终端发出的GOOSE报文,在不考虑开入防抖的情况下,开入每次变位均会在GOOSE报文的对应通道状态体现出来。分析GOOSE报文通道变位时间,分析其变位频率是否与开出频率一致,考察被测设备对单一通道频繁开入的分辨能力,也即,实时性。

[0106] (2)多通道同时开出。将测试装置的多个开出通道(比如,4通道、8通道、12通道、16通道)与被测设备对应的通道相连,通过人机操作界面,设置多个开出通道同步开出;可进行多次测试,分别设置开出频率为10Hz、20Hz、40Hz、80Hz。

[0107] 分析智能终端发出的GOOSE报文,GOOSE报文中对应通道状态应该在同一时间变位,检查通道状态是否与实际开入一致;检查在不同开入频率下,被测设备对多通道开入的同时进行处理的能力,也即,完整性。

[0108] (3)多通道依次开出。将测试装置的多个开出通道(比如,4通道、8通道、12通道、16通道)与被测设备对应通道相连,通过人机操作界面,设置多个开出通道按照一定的延时依次开出;可以进行多次测试,分别设置开出频率为10Hz、20Hz、40Hz、80Hz。

[0109] 分析智能终端发出的GOOSE报文,GOOSE报文中对应的每一个通道状态的变位时刻的时间差应为设定的延时,检查通道状态是否与实际开入一致;检查不同开入频率下,被测设备对多通道开入的依次进行处理的能力,也即,时序性。

[0110] (4)多通道随机开出。将测试装置的多个开出通道(比如,4通道、8通道、12通道、16通道)与被测设备对应的通道相连,通过人机操作界面,模拟真实的变电站场景,设置多个开出通道随机开出;可以进行多次测试,分别设置开出频率为10Hz、20Hz、40Hz、80Hz。

[0111] 分析智能终端发出的GOOSE报文,GOOSE报文中对应通道状态与对应开出通道是否一致;检查不同开入频率下,被测设备在实际运行环境中能否正确处理多次无规律的开入。

[0112] 该实施例针对变电站自动化设备开入性能测试的应用需求,研制开关信号发生装置,要求支持多路开出(不少于16路)、多种开出策略(多路各自按一定频次顺序开出或同时开出)、开出频率可控(单路最大频率100次/秒、16路同时开出达800次)、精确记录每一路的开出时间;开发针对自动化设备网络报文的分析工具,分析报文中携带的信号量的状态、采集时间、变位次序等;将开关信号发生装置与网络报文解析工具相结合,构成针对自动化设备开入性能的闭环测试系统,从而利用该实施例提供的测试方法,开展对变电站自动化设备开入性能的测试,提高了设备的测试效率。

[0113] 实施例4

[0114] 本发明实施例还提供了一种设备的测试装置。需要说明的是,该实施例的设备的测试装置可以用于执行本发明实施例的设备的测试方法。

[0115] 图5是根据本发明实施例的一种设备的测试装置的示意图。如图5所示,该装置包括:输入单元30、获取单元40和确定单元50。

[0116] 输入单元30,用于向目标设备输入模拟的开入信号。

[0117] 获取单元40,用于获取目标设备输出的与开入信号对应的目标报文。

[0118] 确定单元50,用于通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标。

[0119] 该实施例通过输入单元30向目标设备输入模拟的开入信号,通过获取单元40用于获取目标设备输出的与开入信号对应的目标报文,确定单元50通过目标报文对应的通道状态确定目标设备的性能指标。由于通过开入信号,同时结合目标设备的目标报文,综合评判目标设备在信号频繁开入时的性能指标,解决了设备的测试效率低的问题,进而达到了提高设备的测试效率的效果。

[0120] 实施例5

[0121] 本发明实施例还提供了一种存储介质。该存储介质包括存储的程序,其中,在程序运行时控制存储介质所在设备执行本发明实施例的设备的测试方法。

[0122] 实施例6

[0123] 本发明实施例还提供了一种处理器。该处理器用于运行程序,其中,程序运行时执行本发明实施例的设备的测试方法。

[0124] 显然,本领域的技术人员应该明白,上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现,它们可以集中在单个的计算装置上,或者分布在多个计算装置所组成的网络上,可选地,它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现,从而,可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0125] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



图1

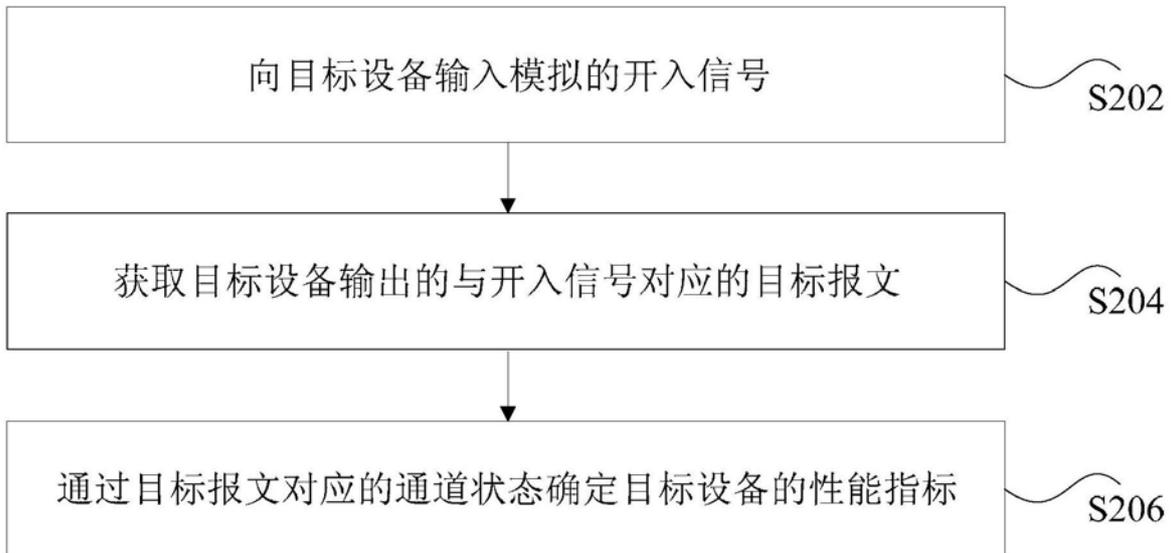


图2

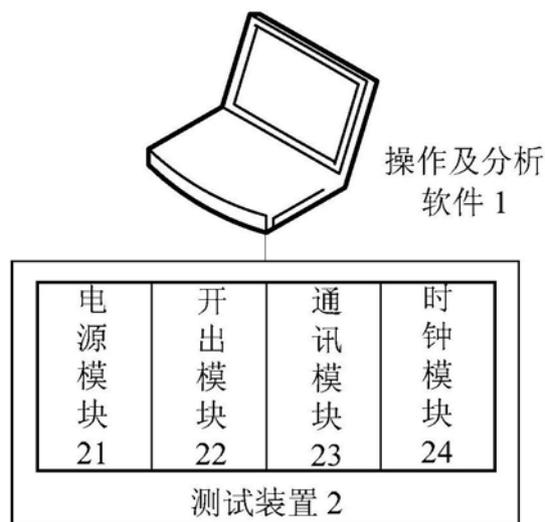


图3

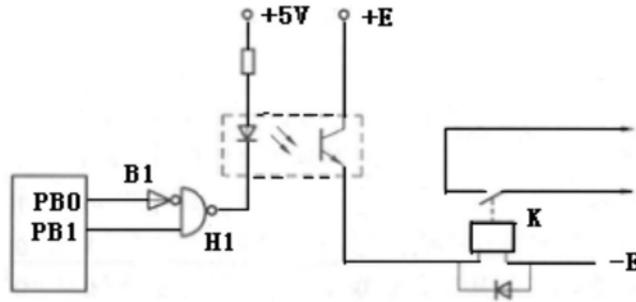


图4



图5