



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110138870 B

(45) 授权公告日 2021.07.09

(21) 申请号 201910422106.3

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2019.05.21

H04L 29/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G01R 31/52 (2020.01)

申请公布号 CN 110138870 A

G01R 31/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2019.08.16

(56) 对比文件

(73) 专利权人 国网湖北省电力有限公司电力科学研究院

CN 106230512 A, 2016.12.14

地址 430077 湖北省武汉市武昌徐东大街  
227号

CN 106790473 A, 2017.05.31

专利权人 国家电网有限公司

Yogesh Pingle等.Electricity Measuring

(72) 发明人 熊虎 于树义 陈维新 李家源  
江晓光 李文佩 朱思瑞 周胜利

IOT Device .《2016 International Conference on Computing for Sustainable Global Development

(74) 专利代理机构 武汉楚天专利事务所 42113  
代理人 胡盛登

(INDIACoM)》.2016,全文.

审查员 万沙沙

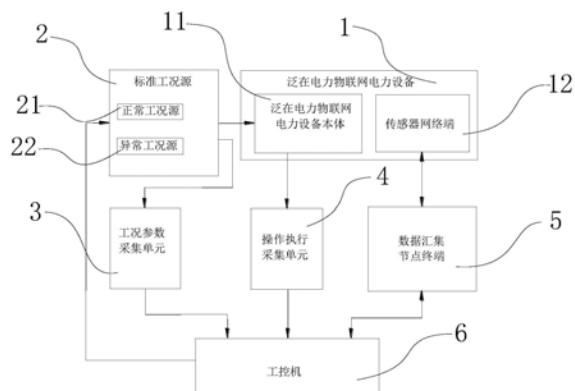
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

## (54) 发明名称

一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测系统及其检测方法

## (57) 摘要

本发明提供一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测系统及其检测方法,检测系统包括泛在电力物联网电力设备、标准工况源、工况参数采集单元、操作执行采集单元、数据汇集节点终端以及工控机,检测方法包括S1.将泛在电力物联网电力设备接入标准工况源,输入操作检测真值 $T_d$ ;S2.开始检测,向标准工况源发出控制指令;S3.泛在电力物联网电力设备感知工况;S4.工况参数采集单元采集工况检测真值 $T_w$ ;S5.操作执行采集单元采集操作检测测量值 $T'_d$ ;S6.数据汇集节点终端汇集工况检测测量值 $T'_w$ ,操作上传测量值 $T'_{wd}$ ;S7.工控机比对真值和检测值,给出结果。本发明解决了泛在电力物联网电力设备运行状态信息采集、数据上传和操作执行的功能检测。



1. 一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测方法,其特征在于:包括以下具体步骤,

S1. 将泛在电力物联网电力设备接入标准工况源,开启电力物联网电力设备的感知层检测系统,在工控机中输入电力物联网电力设备的额定参数,感知层功能,操作执行功能,操作执行功能输入后即为操作检测真值 $T_d$ ;

S2. 根据泛在电力物联网电力设备的感知层功能,在工控机中制定工况类型,开始检测,向标准工况源发出控制指令;

S3. 标准工况源根据控制指令,启动正常工况源,输出设定的正常工况的额定电压U、额定电流I、额定频率f、 $0^\circ \sim 30^\circ$ 相角 $\varphi$ ,泛在电力物联网电力设备感知工况,传感器采集数据并经传感器网络上传数据;

S4. 工况参数采集单元与泛在电力物联网电力设备传感器同步采集标准工况源输出,经模数处理后传输至工控机,工控机处理并储存,作为工况检测真值 $T_w$ ;

S5. 操作执行采集单元采集泛在电力物联网电力设备本体的执行表现,本体在正常工况下指示灯发出绿光,经光电传感和模数转换形成数字量,传输至工控机,工控机处理并储存,作为操作检测测量值 $T'_{wd}$ ;

S6. 数据汇集节点终端汇集泛在电力物联网电力设备传感器网络端的上传数据,传输至工控机,工控机处理并储存,作为工况检测测量值 $T'_{wd}$ ,其中包含了电力物联网电力设备本体操作执行及指示位的上传值,作为操作上传测量值 $T'_{wd}$ ;

S7. 工控机比对真值和检测值,给出结果,并判断是否满足要求,完成泛在电力物联网电力设备的感知层检测。

2. 根据权利要求1所述的一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测方法,其特征在于:所述步骤S7中,操作执行的判断公式如式(1),工况感知功能的判断公式如式(2),

$$\varepsilon_d = \text{uneq}(T'_{wd}, T_d) \quad (1)$$

$$\varepsilon_w = \frac{T'_w - T_w}{T_w} \times 100\% \quad (2)$$

式(1)中, $\varepsilon_d$ 为操作执行的误差;uneq()为判断数据不相等的函数,不相等时返回值为1,相等时返回值为0,操作执行合格的判断必须满足功能设定、本体执行、操作上传值三者相等,即 $\varepsilon_d = 0$ ;

式(2)中, $\varepsilon_w$ 为工况感知的误差,分别对电压、电流、频率、相角的误差进行计算,当误差 $\varepsilon_w$ 大于限值 $\varepsilon_0$ 时,即可判断该感知功能合格。

3. 一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测系统,其特征在于:包括泛在电力物联网电力设备(1)、标准工况源(2)、工况参数采集单元(3)、操作执行采集单元(4)、数据汇集节点终端(5)以及工控机(6),

所述标准工况源(2)的输入端连接工控机(6)的输出端用以接收工控机(6)发出的控制指令,所述标准工况源(2)的输出端与泛在电力物联网电力设备(1)的输入端相连接,标准工况源(2)根据工控机(6)发出的控制指令向泛在电力物联网电力设备(1)输出工况;

所述工况参数采集单元(3)的输入端连接标准工况源(2)的输出端,采集标准工况源(2)向泛在电力物联网电力设备(1)输出的工况信息,所述工况参数采集单元(3)的输出端连接工控机(6),用以将采集的工况信息输送到工控机(6);

所述操作执行采集单元(4)和数据汇集节点终端(5)的输入端连接泛在电力物联网电力设备(1)的输出端,用以采集泛在电力物联网电力设备(1)的操作执行数据和工况检测数据,所述操作执行采集单元(4)和数据汇集节点终端(5)的输出端连接工控机(6),用以将采集的操作执行数据和工况检测数据输送到工控机(6)进行判断。

4.根据权利要求3所述的一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测系统,其特征在于:所述标准工况源(2)包括正常工况源(21)和异常工况源(22),所述正常工况源(21)产生标准的电压、电流、相角、频率工况,用以检测传感器准确度、网络规约;所述异常工况源(22)产生标准的电能质量异常工况,或者产生标准的短路故障工况,用以检测传感器电能质量感知功能、短路故障感知功能、边缘计算功能、就地操作执行功能。

5.根据权利要求4所述的一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测系统,其特征在于:所述电能质量异常工况包括电压偏差、电压波动和闪变、三相电压不平衡、频率偏差、谐波以及间歇波,所述短路故障工况包括单相接地故障、相间短路故障以及三相短路故障。

6.根据权利要求3所述的一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测系统,其特征在于:所述泛在电力物联网电力设备(1)包括含有传感器的在电力物联网电力设备本体(11)以及与泛在电力物联网电力设备本体(11)相连接的传感器网络端(12),所述操作执行采集单元(4)的输入端采集泛在电力物联网电力设备本体(11)的操作执行信号及指示位信号,所述传感器网络端(12)将泛在电力物联网电力设备本体(11)上的传感器采集的数据上传至数据汇集节点终端(5)。

# 一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测系统及其检测方法

## 技术领域

[0001] 本发明涉及泛在电力物联网领域,具体地说是一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测系统及其检测方法。

## 背景技术

[0002] 泛在电力物联网,就是围绕电力系统各环节,充分应用移动互联、人工智能等现代信息技术、先进通信技术,实现电力系统各环节万物互联、人机交互,具有状态全面感知、信息高效处理、应用便捷灵活特征的智慧服务系统,包含感知层、网络层、平台层、应用层四层结构。泛在电力物联网的基础是具有感知层的电力设备,实现对电网的态势感知和物理操作。泛在电力物联网电力设备具备运行状态信息采集、数据上传和操作执行功能,运行状态信息一般包括电压、电流、相角、频率、时间等基本信息,还包括对特殊运行工况包括电能质量异常工况、短路故障工况等;数据上传通过微功率( $\mu\text{W}$ 级)、低功耗( $\text{mW}$ 级)无线传感器网络或有线传输网络上传至汇聚节点;操作执行分为远端操作执行和就地操作执行,远端操作执行由应用层软件给出指令,就地操作执行由边缘计算软件给出指令。随着电力电子技术发展,泛在电力物联网电力设备传感器将小型化集成到设备本体中,无法单独进行检测试验。

## 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测系统及其检测方法,建立泛在电力物联网电力设备感知层检测系统,用以解决泛在电力物联网电力设备运行状态信息采集、数据上传和操作执行的功能检测。

[0004] 本发明提出的技术方案

[0005] 一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测方法,包括以下具体步骤,

[0006] S1.将泛在电力物联网电力设备接入标准工况源,开启电力物联网电力设备的感知层检测系统,在工控机中输入电力物联网电力设备的额定参数,感知层功能,操作执行功能,操作执行功能输入后即为操作检测真值 $T_d$ ;

[0007] S2.根据泛在电力物联网电力设备的感知层功能,在工控机中制定工况类型,开始检测,向标准工况源发出控制指令;

[0008] S3.标准工况源根据控制指令,启动正常工况源,输出设定的正常工况的额定电压U、额定电流I、额定频率f、 $0^\circ \sim 30^\circ$ 相角 $\varphi$ ,泛在电力物联网电力设备感知工况,传感器采集数据并经传感器网络上传数据;

[0009] S4.工况参数采集单元与泛在电力物联网电力设备传感器同步采集标准工况源输出,经模数处理后传输至工控机,工控机处理并储存,作为工况检测真值 $T_w$ ;

[0010] S5.操作执行采集单元采集泛在电力物联网电力设备本体的执行表现,本体在正常工况下指示灯发出绿光,经光电传感和模数转换形成数字量,传输至工控机,工控机处理

并储存,作为操作检测测量值 $T'_{\text{d}}$ ;

[0011] S6. 数据汇集节点终端汇集泛在电力物联网电力设备传感器网络端的上传数据,传输至工控机,工控机处理并储存,作为工况检测测量值 $T'_{\text{w}}$ ,其中包含了电力物联网电力设备本体操作执行及指示位的上传值,作为操作上传测量值 $T'_{\text{wd}}$ ;

[0012] S7. 工控机比对真值和检测值,给出结果,并判断是否满足要求,完成泛在电力物联网电力设备的感知层检测。

[0013] 所述步骤S7中,操作执行的判断公式如式(1),工况感知功能的判断公式如式(2),

$$\varepsilon_{\text{d}} = \text{uneq}(T'_{\text{d}}, T'_{\text{wd}}, T_{\text{d}}) \quad (1)$$

$$\varepsilon_{\text{w}} = \frac{T'_{\text{w}} - T_{\text{w}}}{T_{\text{w}}} \times 100\% \quad (2)$$

[0016] 式(1)中,  $\varepsilon_{\text{d}}$  为操作执行的误差;  $\text{uneq}()$  为判断数据不相等的函数, 不相等时返回值为1, 相等时返回值为0, 操作执行合格的判断必须满足功能设定、本体执行、操作上传值三者相等, 即  $\varepsilon_{\text{d}} = 0$ ;

[0017] 式(2)中,  $\varepsilon_{\text{w}}$  为工况感知的误差, 分别对电压、电流、频率、相角的误差进行计算, 当误差  $\varepsilon_{\text{w}}$  大于限值  $\varepsilon_0$  时, 即可判断该感知功能合格。

[0018] 一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测系统, 包括泛在电力物联网电力设备、标准工况源、工况参数采集单元、操作执行采集单元、数据汇集节点终端以及工控机,

[0019] 所述标准工况源的输入端连接工控机的输出端用以接收工控机发出的控制指令, 所述标准工况源的输出端与泛在电力物联网电力设备的输入端相连接, 标准工况源根据工控机发出的控制指令向泛在电力物联网电力设备(1)输出工况;

[0020] 所述工况参数采集单元的输入端连接标准工况源的输出端, 采集标准工况源向泛在电力物联网电力设备输出的工况信息, 所述工况参数采集单元的输出端连接工控机, 用以将采集的工况信息输送到工控机;

[0021] 所述操作执行采集单元和数据汇集节点终端的输入端连接泛在电力物联网电力设备的输出端, 用以采集泛在电力物联网电力设备的操作执行数据和工况检测数据, 所述操作执行采集单元和数据汇集节点终端的输出端连接工控机, 用以将采集的操作执行数据和工况检测数据输送到工控机进行判断。

[0022] 所述标准工况源包括正常工况源和异常工况源, 所述正常工况源产生标准的电压、电流、相角、频率工况, 用以检测传感器准确度、网络规约; 所述异常工况源产生标准的电能质量异常工况, 或者产生标准的短路故障工况, 用以检测传感器电能质量感知功能、短路故障感知功能、边缘计算功能、就地操作执行功能。

[0023] 所述电能质量异常工况包括电压偏差、电压波动和闪变、三相电压不平衡、频率偏差、谐波以及间歇波, 所述短路故障工况包括单相接地故障、相间短路故障以及三相短路故障。

[0024] 所述泛在电力物联网电力设备包括含有传感器的在电力物联网电力设备本体以及与泛在电力物联网电力设备本体相连接的传感器网络端, 所述操作执行采集单元的输入端采集泛在电力物联网电力设备本体的操作执行信号及指示位信号, 所述传感器网络端将泛在电力物联网电力设备本体上的传感器采集的数据上传至数据汇集节点终端。

[0025] 本发明可以具有以下优点: 本发明建立泛在电力物联网电力设备感知层检测系

统,用以解决泛在电力物联网电力设备运行状态信息采集、数据上传和操作执行的功能检测,系统能够给出泛在电力物联网电力设备感知层的整体性能评价,检测方法可以从整体评价传感器性能、传感器网络性能、通讯规约等重要功能要求,是快速有效的检测方法。

## 附图说明

[0026] 图1是本发明的检测系统结构示意图。

## 具体实施方式

[0027] 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,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,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,都属于本发明保护的范围。

[0028] 一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测系统,包括泛在电力物联网电力设备1、标准工况源2、工况参数采集单元3、操作执行采集单元4、数据汇集节点终端5以及工控机6,标准工况源2的输入端连接工控机6的输出端用以接收工控机6发出的控制指令,所述标准工况源2的输出端与泛在电力物联网电力设备1的输入端相连接,标准工况源2根据工控机6发出的控制指令向泛在电力物联网电力设备1输出工况;工况参数采集单元3的输入端连接标准工况源2的输出端,采集标准工况源2向泛在电力物联网电力设备1输出的工况信息,所述工况参数采集单元3的输出端连接工控机6,用以将采集的工况信息输送到工控机6;操作执行采集单元4和数据汇集节点终端5的输入端连接泛在电力物联网电力设备1的输出端,用以采集泛在电力物联网电力设备1的操作执行数据和工况检测数据,所述操作执行采集单元4和数据汇集节点终端5的输出端连接工控机6,用以将采集的操作执行数据和工况检测数据输送到工控机6进行判断。标准工况源2包括正常工况源21和异常工况源22,所述正常工况源21产生标准的电压、电流、相角、频率工况,用以检测传感器准确度、网络规约;所述异常工况源22产生标准的电能质量异常工况,或者产生标准的短路故障工况,用以检测传感器电能质量感知功能、短路故障感知功能、边缘计算功能、就地操作执行功能。所述电能质量异常工况包括电压偏差、电压波动和闪变、三相电压不平衡、频率偏差、谐波以及间歇波,所述短路故障工况包括单相接地故障、相间短路故障以及三相短路故障。

[0029] 所述泛在电力物联网电力设备1包括含有传感器的在电力物联网电力设备本体11以及与泛在电力物联网电力设备本体11相连接的传感器网络端12,所述操作执行采集单元4的输入端采集泛在电力物联网电力设备本体11的操作执行信号及指示位信号,所述传感器网络端12将泛在电力物联网电力设备本体11上的传感器采集的数据上传至数据汇集节点终端5。

[0030] 工控机6具备多通道数据接收模块,操作系统。工控机6内固化安装的智能检测软件具备数据处理和存储功能,智能分析数据给出检测结果。

[0031] 一种泛在电力物联网电力设备的感知层检测方法,包括以下具体步骤,

[0032] S1.将泛在电力物联网电力设备接入标准工况源,开启电力物联网电力设备的感知层检测系统,在工控机中输入电力物联网电力设备的额定参数,感知层功能,操作执行功能,操作执行功能输入后即为操作检测真值 $T_d$ ;

[0033] S2.根据泛在电力物联网电力设备的感知层功能,在工控机中制定工况类型,开始检测,向标准工况源发出控制指令;

[0034] S3.标准工况源根据控制指令,启动正常工况源,输出设定的正常工况的额定电压U、额定电流I、额定频率f、 $0^\circ \sim 30^\circ$ 相角 $\varphi$ ,泛在电力物联网电力设备感知工况,传感器采集数据并经传感器网络上传数据;

[0035] S4.工况参数采集单元与泛在电力物联网电力设备传感器同步采集标准工况源输出,经模数处理后传输至工控机,工控机处理并储存,作为工况检测真值 $T_w$ ;

[0036] S5.操作执行采集单元采集泛在电力物联网电力设备本体的执行表现,本体在正常工况下指示灯发出绿光,经光电传感和模数转换形成数字量,传输至工控机,工控机处理并储存,作为操作检测测量值 $T'_d$ ;

[0037] S6.数据汇集节点终端汇集泛在电力物联网电力设备传感器网络端的上传数据,传输至工控机,工控机处理并储存,作为工况检测测量值 $T'_{wd}$ ,其中包含了电力物联网电力设备本体操作执行及指示位的上传值,作为操作上传测量值 $T'_{wd}$ ;

[0038] S7.工控机比对真值和检测值,给出结果,并判断是否满足要求,完成泛在电力物联网电力设备的感知层检测。

[0039] 所述步骤S7中,操作执行的判断公式如式(1),工况感知功能的判断公式如式(2),

$$\epsilon_d = \text{uneq}(T'_d, T'_{wd}, T_d) \quad (1)$$

$$\epsilon_w = \frac{T'_w - T_w}{T_w} \times 100\% \quad (2)$$

[0042] 式(1)中, $\epsilon_d$ 为操作执行的误差;uneq()为判断数据不相等的函数,不相等时返回值为1,相等时返回值为0,操作执行合格的判断必须满足功能设定、本体执行、操作上传值三者相等,即 $\epsilon_d=0$ ;

[0043] 式(2)中, $\epsilon_w$ 为工况感知的误差,分别对电压、电流、频率、相角的误差进行计算,当误差 $\epsilon_w$ 大于限值 $\epsilon_0$ 时,即可判断该感知功能合格。

[0044] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

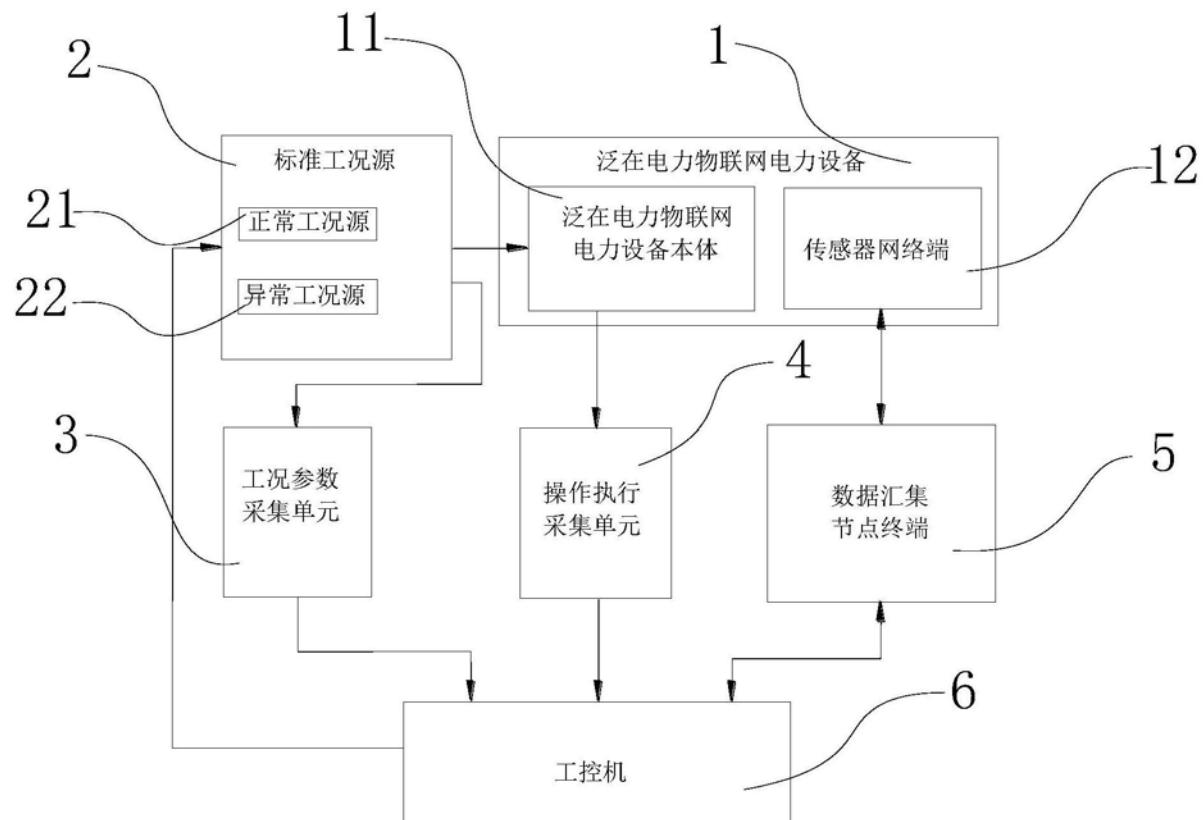


图1