



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107515372 A

(43)申请公布日 2017.12.26

(21)申请号 201710721216.0

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.08.21

G01R 31/327(2006.01)

(71)申请人 国网上海市电力公司

地址 200122 上海市浦东新区源深路1122号

申请人 上海君世电气科技有限公司

(72)发明人 沈晓峰 徐友刚 傅铭 李建宁
方祺 杨国健 吴继健 梁晟
薛祺浩 张辉 姚一鸣 许铁峰
鲁志豪 胡洁 陈国平 刘斌
贾雅君

(74)专利代理机构 上海兆丰知识产权代理事务所(有限合伙) 31241

代理人 卢艳民

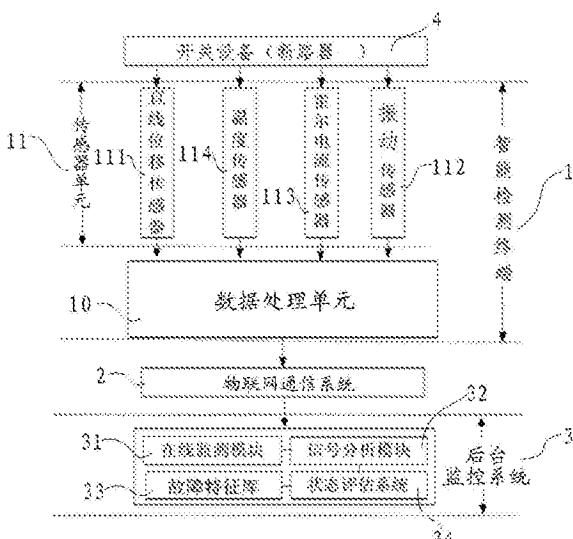
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种开关设备缺陷智能检测分析系统

(57)摘要

本发明公开了一种开关设备缺陷智能检测分析系统，包括智能检测终端、物联网通信系统和后台监控系统，所述智能检测终端包括传感器单元和数据处理单元；所述物联网通信系统采取ZigBee无线组网通信；传感器单元检测的各种信号经过数据处理单元处理后通过ZigBee无线组网通信传输给后台监控系统。本发明的开关设备缺陷智能检测分析系统，实时采集开关设备的合分闸电流参量、机械特性参量、触头温度数据，通过智能检测终端及后台监控系统对开关设备的整体状态进行评估及故障诊断。



1. 一种开关设备缺陷智能检测分析系统,其特征在于,包括智能检测终端、物联网通信系统和后台监控系统,其中:

所述智能检测终端包括传感器单元和数据处理单元,所述传感器单元包括直线位移传感器、振动传感器、霍尔电流传感器和温度传感器,所述传感器单元与所述数据处理单元相连;

所述物联网通信系统采取ZigBee无线组网通信;

所述后台监控系统包括在线监测模块、信号分析模块、故障特征库和状态评估模块,所述在线监测模块和信号分析模块相连,所述信号分析模块和故障特征库分别与所述状态评估模块相连;

所述直线位移传感器实时检测开关设备的分合闸线圈直线位移信号,该分合闸线圈直线位移信号经过所述数据处理单元处理后通过所述ZigBee无线组网通信传输给所述后台监控系统的在线监测模块;

所述振动传感器实时检测开关设备的分合闸操作过程中的振动信号,该振动信号经过所述数据处理单元处理后通过所述ZigBee无线组网通信传输给所述后台监控系统的在线监测模块;

所述霍尔电流传感器实时检测开关设备的分合闸线圈电流信号,该分合闸线圈电流信号经过所述数据处理单元处理后通过所述ZigBee无线组网通信传输给所述后台监控系统的在线监测模块;

所述温度传感器实时检测开关设备的分合闸线圈触头温度信号,该分合闸线圈触头温度信号经过所述数据处理单元处理后通过所述ZigBee无线组网通信传输给所述后台监控系统的在线监测模块;

所述在线监测模块实时监测来自所述数据处理单元的开关设备的分合闸线圈直线位移信号、振动信号、分合闸线圈电流信号和分合闸线圈触头温度信号;

所述信号分析模块计算并提取所述在线监测模块监测的各种信号的特征值,记录各种信号的趋势,并把各种信号的特征值和各种信号的趋势发送给所述状态评估模块;

所述状态评估模块将接收的所述各种信号的特征值与所述故障特征库进行比对,评估开关设备是否存在缺陷和故障,并输出开关设备的状态预警信息。

2. 根据权利要求1所述的一种开关设备缺陷智能检测分析系统,其特征在于,所述数据处理单元包括模拟信号调理电路、DSP芯片、电源模块、JTAG接口、时钟模块、无线通讯模块、液晶显示器和存储器,其中:

所述传感器单元、模拟信号调理电路和DSP芯片依次相连;

所述电源模块分别与所述模拟信号调理电路和DSP芯片相连;

所述JTAG接口、时钟模块、无线通讯模块、液晶显示器和存储器分别与所述DSP芯片相连。

3. 根据权利要求2所述的一种开关设备缺陷智能检测分析系统,其特征在于,所述直线位移传感器实时检测开关设备的分合闸线圈直线位移信号,该分合闸线圈直线位移信号经过所述模拟信号调理电路调理后传输给所述DSP芯片;

所述振动传感器实时检测开关设备的分合闸操作过程中的振动信号,该振动信号经过所述模拟信号调理电路调理后传输给所述DSP芯片;

所述霍尔电流传感器实时检测开关设备的分合闸线圈电流信号，该分合闸线圈电流信号经过所述模拟信号调理电路调理后传输给所述DSP芯片；

所述温度传感器实时检测开关设备的合分闸线圈触头温度信号，该合分闸线圈触头温度信号经过所述模拟信号调理电路调理后传输给所述DSP芯片；

所述DSP芯片对接收的各种信号进行分析、变换和滤波处理后得到相应的分合闸线圈直线位移数据、振动数据、分合闸线圈电流数据和合分闸线圈触头温度数据，各数据通过所述无线通讯模块采用ZigBee无线组网通信传输给所述后台监控系统的在线监测模块；

所述时钟模块用于为所述DSP芯片提供时间基准；

所述液晶显示器用于显示开关设备的分合闸线圈直线位移数据、振动数据、分合闸线圈电流数据和合分闸线圈触头温度数据；

所述存储器用于存储分合闸线圈直线位移数据、振动数据、分合闸线圈电流数据和合分闸线圈触头温度数据；

所述电源模块分别为所述模拟信号调理电路和DSP芯片供电。

4. 根据权利要求1所述的一种开关设备缺陷智能检测分析系统，其特征在于，实验测试获取开关设备的操作机构正常运行及各种可能故障情况下分合闸线圈电流原始数据，得到开关设备的操作机构正常及各种故障情况下电流样本曲线，并提取其特征点参数，建立所述故障特征库。

一种开关设备缺陷智能检测分析系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种开关设备缺陷智能检测分析系统。

背景技术

[0002] 与变压器、发电机相比,高压开关设备在线监测技术起步较晚。从某种意义上讲“GIS技术”和“状态检修”的概念促进了开关设备在线监测技术的发展。但直到90年代以后开关设备特别是高压断路器在线监测技术才逐渐发展起来,这主要是因为现在的电力系统事故已经不在单纯以其对电力系统的危害来衡量它造成的经济损失。

[0003] 随着半导体技术和各种新型监测技术的飞速发展,为开关设备的在线监测创造了条件。一些先进国家从20世纪90年代开始进入以机械状态监测为基础的预知维修时代,该技术应用与研究发展很快,已积累大量数据经验,形成了较成熟的方法并已生产一些功能较齐全,抗干扰性能较高的产品。2000年,ALSTOM公司研制出了较为先进的CBWatch-1系统,该系统可准确监测SF₆断路器压力值并预测压力变化,给出低压报警信号,并已应用于美国Grizzly变电站。具有代表性的还有美国CEI公司生产的SF₆系列断路器监测系统可以在线监测灭弧室内SF₆气体压力和温度,并能在线计算其密度,监测断路器内加热器、操作电流及分合闸线圈工作状况,预测灭弧室介质泄露趋势及其他故障。

[0004] 此外,美国学者率先给出断路器寿命与开断电流的关系,提出“灭弧触头电寿命”的概念,“全工况跳合闸回路完整性监视”的概念也是同期提出的,此时的研究工作主要是围绕着断路器状态检修进行的。近些年随着研究的深入,各国先后都生产了自己的高压断路器在线监测装置,不过都存在检测结果的适应性和部分项目的检测手段仍然很不理想。

[0005] 国内单位对现场断路器机械特性测试主要包括分、合闸的速度、时间、同期,分合闸线圈电流波形,速度行程曲线等,其中应用分合闸线圈电流波形来判断断路器缺陷的情况较少,且缺乏理论分析和缺陷类型的判断。在对断路器动作特性进行测试时,关注点多在断路器分、合闸时间、同期、行程特性曲线等项目,对于分、合闸线圈电流波形的关注和利用较少。

[0006] 从以上国内外发展情况的总体来看,多数监测系统的没有很好的将诊断技术和监测技术结合起来,分析诊断也仅限于超标报警,具体详细的分析诊断基本上由试验人员完成。故此今后在线监测技术的发展趋势应是提高监视系统的可靠性和灵敏度,在不断积累监测数据和诊断经验的基础上发展人工智能技术,建立人工神经网和专家系统,逐步实现诊断自动化。

[0007] 分合闸线圈是高压开关设备操动机构中的重要元件,作为开关设备操作的一级控制单元,其结构一般为螺管电磁铁。当分合闸线圈中通过电流时产生磁通,线圈内部的铁心受磁力吸动,从而控制断路器完成分闸或合闸操作。线圈电流随时间而变化,该电流波形反映了分合闸线圈本身以及所控制的机构在操作过程中的工作情况,包含了大量可作为诊断机械故障用的信息。

发明内容

[0008] 本发明的目的是克服现有技术的缺陷,提供一种开关设备缺陷智能检测分析系统,实时采集开关设备的合分闸电流参量、机械特性参量、触头温度数据,通过智能检测终端(数据信号处理单元)及后台监控系统(专家系统单元)对开关设备的整体状态进行评估及故障诊断。

[0009] 实现上述目的的技术方案是:一种开关设备缺陷智能检测分析系统,包括智能检测终端、物联网通信系统和后台监控系统,其中:

[0010] 所述智能检测终端包括传感器单元和数据处理单元,所述传感器单元包括直线位移传感器、振动传感器、霍尔电流传感器和温度传感器,所述传感器单元与所述数据处理单元相连;

[0011] 所述物联网通信系统采取ZigBee无线组网通信;

[0012] 所述后台监控系统包括在线监测模块、信号分析模块、故障特征库和状态评估模块,所述在线监测模块和信号分析模块相连,所述信号分析模块和故障特征库分别与所述状态评估模块相连;

[0013] 所述直线位移传感器实时检测开关设备的分合闸线圈直线位移信号,该分合闸线圈直线位移信号经过所述数据处理单元处理后通过所述ZigBee无线组网通信传输给所述后台监控系统的在线监测模块;

[0014] 所述振动传感器实时检测开关设备的分合闸操作过程中的振动信号,该振动信号经过所述数据处理单元处理后通过所述ZigBee无线组网通信传输给所述后台监控系统的在线监测模块;

[0015] 所述霍尔电流传感器实时检测开关设备的分合闸线圈电流信号,该分合闸线圈电流信号经过所述数据处理单元处理后通过所述ZigBee无线组网通信传输给所述后台监控系统的在线监测模块;

[0016] 所述温度传感器实时检测开关设备的分合闸线圈触头温度信号,该分合闸线圈触头温度信号经过所述数据处理单元处理后通过所述ZigBee无线组网通信传输给所述后台监控系统的在线监测模块;

[0017] 所述在线监测模块实时监测来自所述数据处理单元的开关设备的分合闸线圈直线位移信号、振动信号、分合闸线圈电流信号和分合闸线圈触头温度信号;

[0018] 所述信号分析模块计算并提取所述在线监测模块监测的各种信号的特征值,记录各种信号的趋势,并把各种信号的特征值和各种信号的趋势发送给所述状态评估模块;

[0019] 所述状态评估模块将接收的所述各种信号的特征值与所述故障特征库进行比对,评估开关设备是否存在缺陷和故障,并输出开关设备的状态预警信息。

[0020] 上述的一种开关设备缺陷智能检测分析系统中,所述数据处理单元包括模拟信号调理电路、DSP芯片、电源模块、JTAG接口、时钟模块、无线通讯模块、液晶显示器和存储器,其中:

[0021] 所述传感器单元、模拟信号调理电路和DSP芯片依次相连;

[0022] 所述电源模块分别与所述模拟信号调理电路和DSP芯片相连;

[0023] 所述JTAG接口、时钟模块、无线通讯模块、液晶显示器和存储器分别与所述DSP芯

片相连。

[0024] 上述的一种开关设备缺陷智能检测分析系统中，所述直线位移传感器实时检测开关设备的分合闸线圈直线位移信号，该分合闸线圈直线位移信号经过所述模拟信号调理电路调理后传输给所述DSP芯片；

[0025] 所述振动传感器实时检测开关设备的分合闸操作过程中的振动信号，该振动信号经过所述模拟信号调理电路调理后传输给所述DSP芯片；

[0026] 所述霍尔电流传感器实时检测开关设备的分合闸线圈电流信号，该分合闸线圈电流信号经过所述模拟信号调理电路调理后传输给所述DSP芯片；

[0027] 所述温度传感器实时检测开关设备的合分闸线圈触头温度信号，该合分闸线圈触头温度信号经过所述模拟信号调理电路调理后传输给所述DSP芯片；

[0028] 所述DSP芯片对接收的各种信号进行分析、变换和滤波处理后得到相应的分合闸线圈直线位移数据、振动数据、分合闸线圈电流数据和合分闸线圈触头温度数据，各数据通过所述无线通讯模块采用ZigBee无线组网通信传输给所述后台监控系统的在线监测模块；

[0029] 所述时钟模块用于为所述DSP芯片提供时间基准；

[0030] 所述液晶显示器用于显示开关设备的分合闸线圈直线位移数据、振动数据、分合闸线圈电流数据和合分闸线圈触头温度数据；

[0031] 所述存储器用于存储分合闸线圈直线位移数据、振动数据、分合闸线圈电流数据和合分闸线圈触头温度数据；

[0032] 所述电源模块分别为所述模拟信号调理电路和DSP芯片供电。

[0033] 上述的一种开关设备缺陷智能检测分析系统中，实验测试获取开关设备的操作机构正常运行及各种可能故障情况下分合闸线圈电流原始数据，得到开关设备的操作机构正常及各种故障情况下电流样本曲线，并提取其特征点参数，建立所述故障特征库。

[0034] 本发明的开关设备缺陷智能检测分析系统，传感器单元实时采集开关设备的合分闸电流参量、机械特性参量和触头温度信号，机械特性参量包括直线位移信号和振动信号，通过智能检测终端的数据信号处理单元及后台监控系统对开关设备的整体状态进行评估及故障诊断。

附图说明

[0035] 图1为本发明的开关设备缺陷智能检测分析系统的结构框图；

[0036] 图2为后台监控系统进行开关设备故障诊断的流程图；

[0037] 图3为智能检测终端的结构框图。

具体实施方式

[0038] 为了使本技术领域的技术人员能更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图对其具体实施方式进行详细地说明：

[0039] 请参阅图1和图2，本发明的最佳实施例，一种开关设备缺陷智能检测分析系统，包括智能检测终端1、物联网通信系统2和后台监控系统3。

[0040] 智能检测终端1包括传感器单元11和数据处理单元10，传感器单元包括直线位移传感器111、振动传感器112、霍尔电流传感器113和温度传感器114，传感器单元11与数据处

理单元10相连；数据处理单元10主要对传感器单元11采集的各种信号进行处理。

[0041] 物联网通信系统2采取ZigBee无线组网通信；

[0042] 后台监控系统3包括在线监测模块31、信号分析模块32、故障特征库33和状态评估模块34，在线监测模块31和信号分析模块32相连，信号分析模块32和故障特征库33分别与状态评估模块34相连。

[0043] 传感器单元11采集的各种信号经过数据处理单元10处理后，通过物联网通信系统2的ZigBee无线组网通信传输给后台监控系统3，后台监控系统3对开关设备的整体状态进行评估及故障诊断。具体地：

[0044] 直线位移传感器111实时检测开关设备的分合闸线圈直线位移信号，该分合闸线圈直线位移信号经过数据处理单元10处理后通过ZigBee无线组网通信传输给后台监控系统3的在线监测模块31；

[0045] 振动传感器112实时检测开关设备的分合闸操作过程中的振动信号，该振动信号经过数据处理单元10处理后通过所述ZigBee无线组网通信传输给后台监控系统3的在线监测模块31；

[0046] 霍尔电流传感器113实时检测开关设备的分合闸线圈电流信号，该分合闸线圈电流信号经过数据处理单元10处理后通过ZigBee无线组网通信传输给后台监控系统3的在线监测模块31；

[0047] 温度传感器114实时检测开关设备的分合闸线圈触头温度信号，该分合闸线圈触头温度信号经过数据处理单元10处理后通过ZigBee无线组网通信传输给后台监控系统3的在线监测模块31；

[0048] 在线监测模块31实时监测来自数据处理单元的开关设备的分合闸线圈直线位移信号、振动信号、分合闸线圈电流信号和分合闸线圈触头温度信号；

[0049] 信号分析模块32计算并提取在线监测模块31监测的各种信号的特征值，记录各种信号的趋势，并把各种信号的特征值和各种信号的趋势发送给状态评估模块34；

[0050] 状态评估模块34将接收的所述各种信号的特征值与故障特征库33进行比对，评估开关设备是否存在缺陷和故障，并输出开关设备的状态预警信息。

[0051] 再请参阅图3，数据处理单元10包括模拟信号调理电路12、DSP芯片13、电源模块14、JTAG接口15、时钟模块16、无线通讯模块17、液晶显示器18和存储器19。传感器单元11、模拟信号调理电路12和DSP芯片13依次相连；电源模块14分别与模拟信号调理电路12和DSP芯片13相连；JTAG接口15、时钟模块16、无线通讯模块17、液晶显示器18和存储器19分别与DSP芯片13相连。无线通讯模块17采用ZigBee无线组网通信，DSP芯片13通过Zigbee无线组网通信方式将各种数据上传至上位机即后台监控系统3。

[0052] 智能检测终端1在使用时，各传感器与待检测的开关设备4相连，智能检测终端1通过Zigbee无线组网通信方式与后台监控系统3进行通信，其工作原理为：

[0053] (1) 直线位移传感器111实时检测开关设备的分合闸线圈直线位移信号，该分合闸线圈直线位移信号经过模拟信号调理电路12调理后传输给DSP芯片13；

[0054] (2) 振动传感器112实时检测开关设备的分合闸操作过程中的振动信号，该振动信号经过模拟信号调理电路12调理后传输给DSP芯片13；

[0055] (3) 霍尔电流传感器113实时检测开关设备的分合闸线圈电流信号，该分合闸线圈

电流信号经过模拟信号调理电路12调理后传输给DSP芯片13；

[0056] (4) 温度传感器114实时检测开关设备的合分闸线圈触头温度信号,该合分闸线圈触头温度信号经过模拟信号调理电路12调理后传输给DSP芯片13。

[0057] (5) DSP芯片13对接收的各种信号进行分析、变换和滤波处理后得到相应的分合闸线圈直线位移数据、振动数据、分合闸线圈电流数据和合分闸线圈触头温度数据,各数据通过无线通讯模块17采用ZigBee无线组网通信传输给后台监控系统3的在线监测模块31；

[0058] (6) 时钟模块16用于为DSP芯片13提供时间基准,经过DSP芯片13处理的各种信号转为相应的数据时记录有时间；

[0059] (7) 液晶显示器18用于显示开关设备的分合闸线圈直线位移数据、振动数据、分合闸线圈电流数据和合分闸线圈触头温度数据；

[0060] (8) 存储器19用于存储分合闸线圈直线位移数据、振动数据、分合闸线圈电流数据和合分闸线圈触头温度数据；

[0061] (9) 电源模块14分别为模拟信号调理电路12和DSP芯片13供电。

[0062] 振动传感器112选用带永磁吸盘型集成加速度传感器,装撤灵活方便,可以测量开关设备的分合闸操作过程中从直流到2kHz的振动量。

[0063] 机械振动信号是一个丰富的信息载体,包含有大量的设备状态信息,它由一系列瞬态波形构成,每一个瞬态波形都是断路器操作期间内部“事件”的反映。振动信号是对设备内部多种激励源的响应,对开关设备如断路器而言,激励源包括合分闸电磁铁、储能机构、脱扣机构、四连杆机构等内部构件的运动。断路器机械状态的改变,将导致振动信号的变化。通过适当的检测手段和信号处理方法,可以识别振动的激励源,从而找出故障源——这是利用振动信号作为故障诊断依据的理论基础。

[0064] 断路器在合、分闸过程中,机构零部件之间每次碰撞或摩擦会引起机械振动。断路器的铁、铜结构是振动信号的良导体,对于同一台断路器虽然多次操作,只要是在其相同部位测得的振动波形,具有良好的重复性。同样,通过多次实测记录表明,不同型号不同品牌断路器操作机构的振动信号具有其独特性;而在不同时间测得的同一台断路器或相同类型的断路器其对应的振动信号具有相似性。但同一台断路器测点部位的变化或断路器大修前后,其固有的振动特性会有较小的变化。为此,合理选择相同类型断路器的相同测点部位是振动检测的基本要求,也是事前没有现成的样本库的主要原因。因为测试工作往往不允许打开开关柜柜门放置振动传感器,所以其合适部位的选择尤为重要。带永磁吸盘型集成加速度传感器只需要吸附在开关柜上即可,装撤灵活方便。

[0065] 基于分、合闸线圈电流波形分析的断路器机械缺陷判断方法的基本原理是在开关设备正常分、合闸操作时,通过高精度直流TA在线测量其分、合闸线圈电流波形,同时对波形分析数学方法加以研究,将电流波形与缺陷类型建立对应关系,以便在不停电的情况下对开关设备缺陷进行准确判断。

[0066] 实验室和现场检测经验表明,分合闸线圈电流波形具有良好的重复性。通过对分合闸线圈电流的监测,可计算操动机构的启动时间、铁心运动时间、线圈需要的通电时间等,同时结合开关设备自身的参数范围,可判断开关设备的铁心行程、铁心卡滞、线圈状态(如是否存在匝间短路)以及操作机构的机构动作状况。

[0067] 本发明的开关设备缺陷智能检测分析系统,采用B/S应用支持服务技术,对开关设

备进行实时智能检测和缺陷故障检测：

[0068] (1) 建立故障特征库33：实验测试获取开关设备如断路器的操作机构正常运行及各种可能故障情况下分合闸线圈电流原始数据，得到操作机构正常及各种故障情况下电流样本曲线，并提取其特征点参数，建立故障特征库33；

[0069] (2) 检测开关设备操作机构动作时的分合闸线圈电流波形，提取特征点参数，并与故障特征库33中的数据进行比对，分析得到断路器操作机构的运行状态或变化趋势(见图2)；

[0070] (3) 通过与上次合闸电流波形的比对，根据分合闸电流波形的时延、幅值特征及控制电源电压波形平稳性，判断开关的慢分(合)、拒分(合)缺陷，并根据波形变化时区指出缺陷部位，及时发现开关动作特性异常缺陷，防止设备缺陷的扩大导致设备故障，保障开关的安全可靠运行。

[0071] 后台监控系统3采用B/S架构，开发语言为JAVA，底层数据接口采取C/S架构，开发语言为Qt，能够跨平台运行。故可通过移动终端对后台系统进行远程访问。实现远程调度运行管理和智能运行巡检等功能，方便人员及领导多端远程互动及现场追踪。整体系统既能支持友好型可视化人机交互，同时满足可靠性和稳定性要求。

[0072] 物联网通信系统2，采取ZigBee无线技术，具备自组网功能。

[0073] 后台监控系统3通过Zigbee无线组网通信获取智能检测终端1的就地监测数据，通过多参数预警评估及数据监测处理，对开关设备缺陷运行及故障进行监测和预警。同时，后台监控系统3还可通过移动4G实现开关设备缺陷运行及故障的远程监测和实时访问，完成对众多信息的综合处理和系统协调控制。

[0074] 综上所述，本发明的开关设备缺陷智能检测分析系统，实时采集开关设备的合分闸电流参量、机械特性参量和触头温度数据，机械特性参量包括直线位移信号和振动信号，通过智能检测终端的数据信号处理单元及后台监控系统对开关设备的整体状态进行评估及故障诊断。

[0075] 本技术领域中的普通技术人员应当认识到，以上的实施例仅是用来说明本发明，而并非用作为对本发明的限定，只要在本发明的实质精神范围内，对以上所述实施例的变化、变型都将落在本发明的权利要求书范围内。

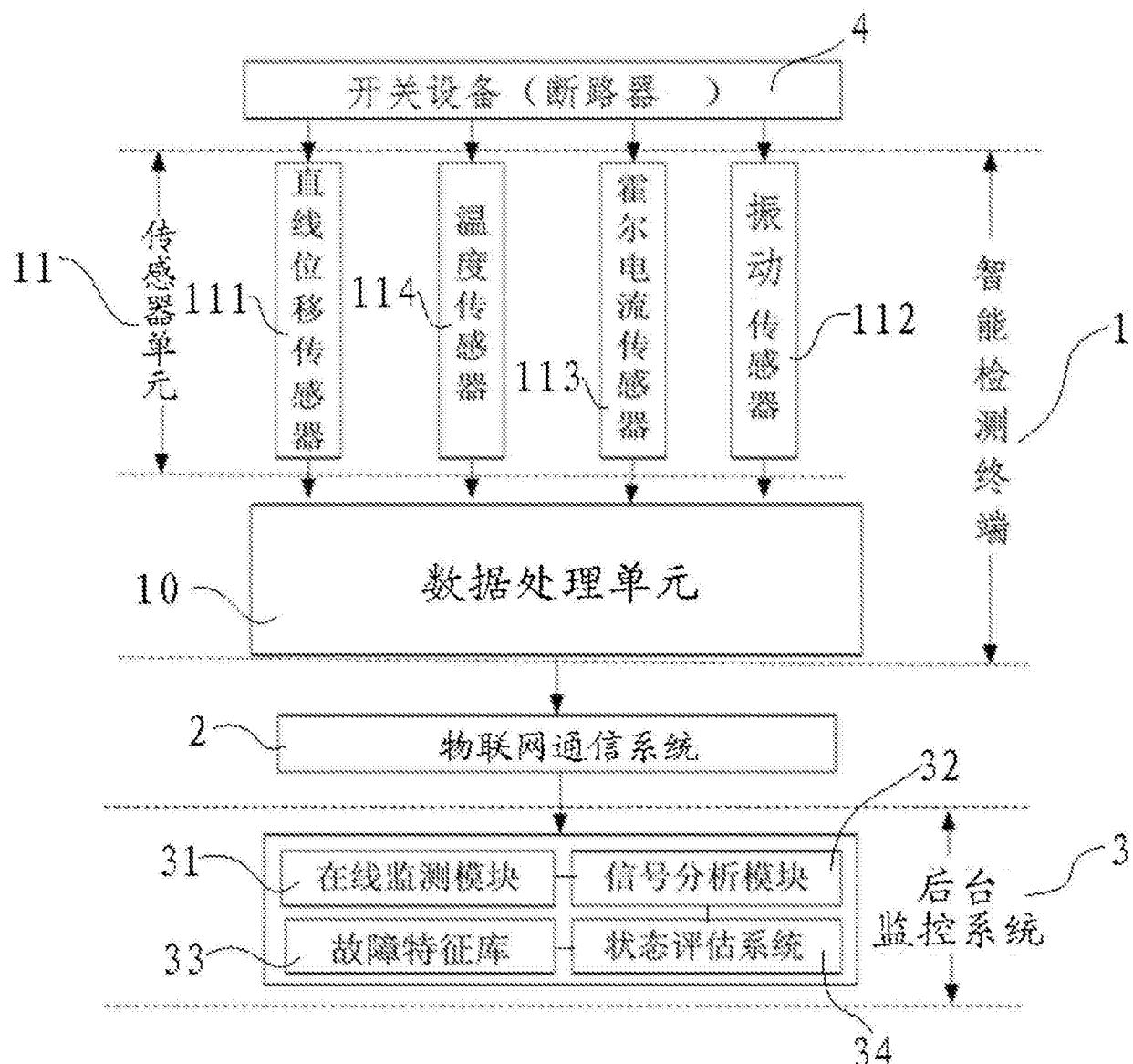


图1

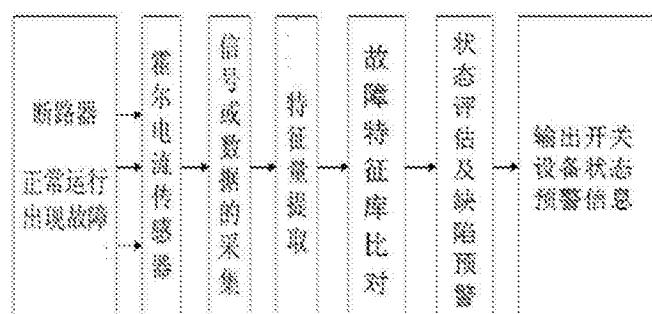


图2

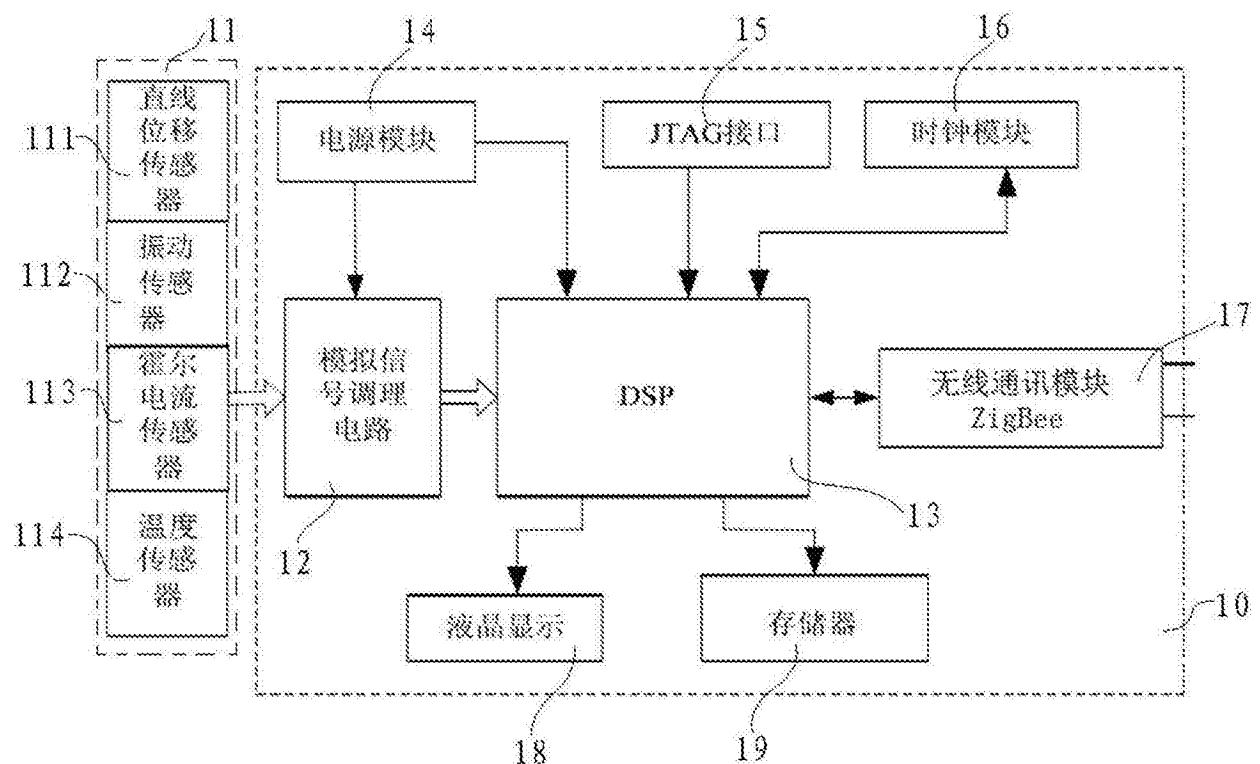


图3