



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102981084 A

(43) 申请公布日 2013.03.20

(21) 申请号 201210521492.X

(22) 申请日 2012.12.07

(71) 申请人 深圳市双合电气股份有限公司
地址 518004 广东省深圳市罗湖区莲塘第一
工业区 117 栋一二楼

(72) 发明人 赵忠 黎波 彭锦凤

(74) 专利代理机构 深圳市中知专利商标代理有
限公司 44101

代理人 张皋翔

(51) Int. Cl.

G01R 31/00(2006.01)

G01R 31/12(2006.01)

G01R 31/02(2006.01)

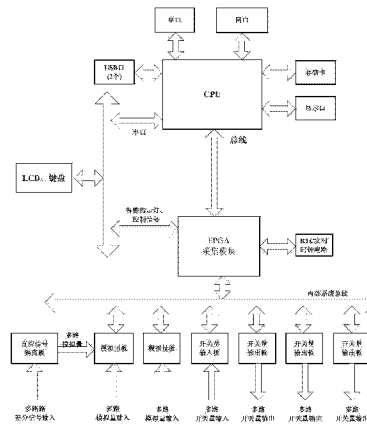
权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种电力系统变压器综合监控系统

(57) 摘要

一种电力系统变压器综合监控系统,包括基于 IEC61850 的统一的采用模块化设计的 CPU 硬件平台、传感器、系统终端、九种监控逻辑设备中至少 1 种,通过软件配置启动实现相应的相互独立的各个 LD 的监测功能,分别对变压器进行独立有效的数据采集、由 CPU 对数据进行集成和处理,实现对电力系统变压器的可配置的综合监控,还设有包括热管理数学模型和油气分析数学模型的专家分析系统。本发明系统工程应用方便灵活,改变了数据重复采集、缺乏数据集成和处理、缺乏信息交换和共享的现状,有利于从传统的基于制度的定时维护向基于状态的预防性维护转变,显著节省维护成本,且提高变压器的使用寿命,客户可以显著降低采购成本和管理成本。



1. 一种电力系统变压器综合监控系统,安装在电力变压器旁边,包括基于 IEC 61850 的统一的采用模块化设计的 CPU 硬件平台、与电力变压器连接提供各种采集数据的相应传感器,以及采用通信协议与远程服务器软件建立数据连接的系统终端,所述系统终端是调度端和通信子站 PC 机中的一种,安装有远程服务器软件,其特征在于:

设有冷却控制 LD、包括绕组热点温度测量模块的绕组热点温度测量 LD、包括电气量记录模块的电气量记录 LD、包括非电量保护监测模块的非电量保护监测 LD、包括铁芯接地电流监测模块的铁芯接地电流监测 LD、包括套管绝缘监测模块的套管绝缘监测 LD、包括有载调压开关 OLTC 监测模块的 OLTC 监测 LD、包括油中溶解气体监测模块的油中溶解气体监测 LD 和包括局部放电监测模块的局部放电监测 LD 共九种 LD 由用户根据现场需要和变压器的特点选择配置的其中至少 1 种,采用各自相应的传感器连接所述 CPU,通过软件配置启动实现相应的相互独立的各个 LD 的监测功能,分别对变压器进行独立有效的数据采集、由所述 CPU 对数据进行集成和处理,进而实现对电力系统变压器的可配置的综合监控;

还设有包括符合 IEC 60076-7 标准的热管理数学模型和符合 IEC 60599 标准的油气分析数学模型的专家分析系统,所述热管理数学模型采用变压器绕组热点温度计算公式间接计算绕组热点温度,所述变压器绕组热点温度计算公式由国际电工委员会的 IEC 60076-7 标准导出,所述油气分析数学模型,包括基于特征气体法和三比值法的油中气体分析方法,所述特征气体法是根据油中气体的主要气体含量和次要气体含量的不同,及时发现变压器内部存在的潜伏性故障并可随时监视故障的发展情况;所述三比值法是通过计算 C_2H_2/C_2H_4 、 CH_4/H_2 、 C_2H_4/C_2H_6 的三种比值,根据已知的编码规则和分类方法,查表确定变压器的故障性质。

2. 如权利要求 1 所述的电力系统变压器综合监控系统,其特征在于:

还设有同一时间源对时部件、本地实时数据显示部件,以及组网部件;

所述同一时间源对时部件包括采用 DS3232SN 芯片的 RTC 实时时钟电路,与现场可编程门阵列 FPGA 采集模块通信,在系统处理数据时进行准确对时、存储时间信息和时间同步;

所述本地实时数据显示部件包括液晶显示器 LCD、指示灯、数字和菜单键、方向键和确认键以及功能键,所述指示灯包括电源指示灯、运行指示灯、异常指示灯和告警指示灯,所述数字和菜单键包括 1 个菜单键和 10 个数字键,所述方向键和确认键包括上、下、左、右四个方向键和 1 个确认键;所述功能键包括复位键、配置键和返回键;

所述组网部件包括采用通讯规约为 IEC 61850 的网口。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的电力系统变压器综合监控系统,其特征在于:

所述冷却控制 LD,其组成包括按照 IEC 61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

- 1) 一个 LLN0 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;
- 2) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于提供设备整体的信息;
- 3) 至少一个 CCGR 冷却组控制逻辑节点,用于控制冷却设备;

所述冷却控制 LD,其监控过程如下:

从温度传感器上采集变压器顶层油温,或采用所述变压器绕组热点温度计算公式间接计算的绕组热点温度,以及从电流传感器上采集负荷电流,形成变压器顶层油温范围或变压器绕组热点温度范围,启动相应的冷却组个数的控制策略,通过接触器和热继电器控制冷却装置,还由客户在软件界面上手动选择输入相应的时间段形成时间范围,启动相应的

动冷却组个数的控制策略,通过接触器和热继电器控制冷却装置。

4. 如权利要求 3 所述的电力系统变压器综合监控系统,其特征在于:

所述绕组热点温度测量 LD,其组成还包括按照 IEC 61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

- 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;
- 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;
- 3) 一个 SPTR 逻辑节点,用于绕组热点温度计算;或者至少一个 STMP 逻辑节点用于绕组热点温度的直接测量;

所述包括绕组热点温度测量模块的绕组热点温度测量 LD,其监控过程如下:

从温度传感器上采集包括变压器顶层油温或环境温度,结合变压器负荷电流与变压器负荷侧额定电流的比值即变压器负载因素,以及变压器热特性参数,计算绕组热点温度,进行实时显示以及告警输出,变压器热特性参数包括油指数 x 、绕组指数 y 、常数 k_{11} 、常数 k_{21} 、常数 k_{22} 、时间常数 τ_0 、时间常数 τ_w 、损耗比 R 、热点-顶层油的温度梯度 $\Delta \theta_{hr}$ 、额定损耗下顶层油的稳态温升 $\Delta \theta_{or}$ 。

5. 如权利要求 4 所述的电力系统变压器综合监控系统,其特征在于:

所述电气量记录 LD,其还组成包括按照 IEC 61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

- 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;
- 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;
- 3) 一个 YPTR 逻辑节点,用于变压器有功功率、无功功率、视在功率、功率因素、负载率的监测;

所述包括电气量记录模块的电气量记录 LD,其监控过程如下:

从互感器上采集包括三相电压、三相电流信号,统计分析计算有功功率、无功功率、视在功率、功率因素和负载率,进行实时显示;

所述非电量保护监测 LD,其组成还包括按照 IEC 61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

- 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;
- 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;
- 3) 至少一个 RBDR 逻辑节点,用于重瓦斯、轻瓦斯开关保护动作的监测;

所述包括非电量保护监测模块的非电量保护监测 LD,其监控过程如下:

从开关辅助触点上采集包括轻/重瓦斯报警、重瓦斯跳闸的开关动作信号,以及从油位传感器上采集变压器油位信息,进行实时显示以及告警输出。

6. 如权利要求 5 所述的电力系统变压器综合监控系统,其特征在于:

所述铁芯接地电流监测 LD,其组成还包括按照 IEC 61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

- 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;
- 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;
- 3) 一个 MMXN 逻辑节点,用于铁芯接地电流的监测;

所述包括铁芯接地电流监测模块的铁芯接地电流监测 LD,其监控过程如下:

从泄漏电流传感器上采集包括铁芯接地电流信号,根据测量结果对是否存在铁芯多点接地缺陷及严重程度做出定量评估,进行实时显示以及告警输出;

所述套管绝缘监测 LD,其组成还包括按照 IEC 61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

- 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;
- 2) 一个 LPN0 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;
- 3) 至少一个 ZBSH 逻辑节点,用于监测套管的介质损耗和电容值;

所述包括套管绝缘监测模块的套管绝缘监测 LD,其监控过程如下:

从安装在包括高、中、低压侧的三相套管上的工作电压传感器和末屏泄漏电流传感器上同步采集包括各相套管的工作相电压末屏泄漏电流,计算每个套管的介质损耗和电容值的套管绝缘指标,进行实时显示以及告警输出;

所述 OLTC 监测 LD,其组成还包括按照 IEC 61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

- 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;
- 2) 一个 LPN0 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;
- 3) 一个 SLTC 逻辑节点,用于 OLTC 档位和 OLTC 包括电源故障、拒动的异常状态监测;

所述包括 OLTC 监测模块的 OLTC 监测 LD,其监控过程如下:

从 OLTC 有载调压开关监控装置上采集包括 OLTC 档位和 OLTC 的电源故障、拒动的异常状态,进行实时显示以及告警输出。

7. 如权利要求 6 所述的电力系统变压器综合监控系统,其特征在于:

所述油中溶解气体监测 LD,其组成还包括按照 IEC 61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

- 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;
- 2) 一个 LPN0 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;
- 3) 一个 SIML 绝缘介质监测逻辑节点,用于变压器油中气的监测;

所述包括油中溶解气体监测模块的油中溶解气体监测 LD,其监控过程如下:

从集成油中溶解气体监测设备或油中溶解气体监测传感器上采集包括 H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 、 C_2H_6 、 CO_2 、水蒸气 H_2O 的共八种气体含量,输出相应的电流信号,当有 $4mA \sim 20mA$ 输出电流时,通过电缆线直接传送至变压器综合监控装置的模拟量通道,经 FPGA 采集模块处理后直接传送至变压器综合监控装置的 CPU 计算出 H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 、 C_2H_6 、 CO_2 、水蒸气 H_2O 的浓度;当无 $4mA \sim 20mA$ 输出电流时,通过网络传送至变压器综合监控装置的 CPU 上进行处理,实时监测 H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 、 C_2H_6 、 CO_2 、水蒸气 H_2O ,并通过特征气体法和三比值法对油中溶解气体进行分析,初步判断变压器的运行状况,进行实时显示以及告警输出;

所述局部放电监测 LD,其组成还包括按照 IEC 61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

- 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;
- 2) 一个 LPN0 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;
- 3) 一个 SPDC 逻辑节点,用于变压器局部放电强度、局部放电相位、局部放电次数信息的监测;

所述包括局部放电监测模块的局部放电监测 LD,其监控过程如下:

从集成局部放电监测设备或局部放电监测传感器上采集包括局部放电强度、局部放电相位和局部放电次数的信息,输出相应的电流信号,当有 4mA ~ 20mA 输出电流时,通过电缆线直接传送至变压器综合监控装置的模拟量通道,经 FPGA 采集处理后直接传送至变压器综合监控装置的 CPU 计算包括局部放电强度、局部放电相位和局部放电次数的参量值以及告警输出;当无 4mA ~ 20mA 输出电流时,通过网络传送至变压器综合监控装置的 CPU 上进行处理,实时显示包括局部放电强度、局部放电相位和局部放电次数的参量值以及告警输出。

8. 如权利要求 7 所述的电力系统变压器综合监控系统,其特征在于:

由所述 CPU 对数据进行集成和处理,是所有 LD 采集信号统一由一块监控板进行,所述监控板包括所述 CPU、FPGA 采集模块,以及各个 LD 相应的相对独立的实现各个 LD 功能的周边电路和接口;

所述 CPU 用于实时监测和控制变压器系统,可与后台主服务器进行对时、组网和数据交换,可通过显示口、存储卡、USB 口、串口和网口与外部设备进行交互;

所述 FPGA 采集模块用于对装置中的开关量信号和模拟量信号的实时采集和处理,并进行局部总线协议的数据转换和通信,完成实时信息到 CPU 模块的准确传输,保证系统的稳定可靠,同时完成采样数据的准确对时功能;

所述周边电路和接口包括模拟量输入板、开关量输入板、开关量输出板、直流信号隔离板、监控板的采集、分析、控制以及统一同步时钟的复用电路。

9. 如权利要求 8 所述的电力系统变压器综合监控系统,其特征在于:

所述模拟量输入板包括差分信号输入模块、采样保持模块、多路选择模块、AD 转换模块和总线接口;

所述开关量输入板包括开关量输入模块、CPLD 控制模块、两级缓冲模块和总线接口;

所述开关量输出板包括总线接口、CPLD 控制模块和容错回读模块,开关量输出信号由监控板通过背板总线接口送至开关量输出板,经 CPLD 控制模块译码锁存并控制继电器和容错回读模块,从而完成开关量输出和开关量回读。

10. 如权利要求 9 所述的电力系统变压器综合监控系统,其特征在于:

所述监控板的采集、分析、控制以及统一同步时钟的复用电路,包括总线设计电路、存储卡接口电路、USB 接口电路、串口接口电路、RTC 实时时钟电路和网口设计电路。

一种电力系统变压器综合监控系统

技术领域

[0001] 本发明涉及变压器,特别是涉及一种电力系统变压器综合监控系统。

背景技术

[0002] 变压器在线监测监控是早期及时发现变压器故障,实现基于状态的预防性维护的唯一途径。随着智能电网的发展,变压器的在线监控设备将显得越来越重要。在现有传统变电站中,高压变压器的监控装置包括很多不同功能的智能设备,这些智能设备通常由不同的制造商提供,独立运行,不但提高了用户的采购成本,而且给运行维护人员带来很多不便,显著增加了管理成本。目前尚未见有将冷却控制逻辑设备(Logical Device, 缩略词为 LD)、绕组热点温度测量 LD、电气量记录 LD、非电量保护监测 LD、铁芯接地电流监测 LD、套管绝缘监测 LD、有载调压开关(On Load TapChanger, 缩略词为 OLTC) 监测 LD、油中溶解气体监测 LD 和局部放电监测 LD(以下简称变压器监控用九 LD) 的功能集成在统一的 CPU 硬件平台,按照国际电工委员会(International Electro technical Commission, 缩略词为 IEC) 颁布的应用于变电站通信网络和系统的国际标准 IEC61850 统一建模,以实现电力系统变压器综合监控。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是弥补上述现有技术的缺陷,提供一种电力系统变压器综合监控系统。

[0004] 本发明的技术问题通过以下技术方案予以解决。

[0005] 这种电力系统变压器综合监控系统,安装在电力变压器旁边,包括基于 IEC61850 的统一的采用模块化设计的 CPU 硬件平台、与电力变压器连接提供各种采集数据的相应传感器,以及采用通信协议与远程服务器软件建立数据连接的系统终端,所述系统终端是调度端和通信子站 PC 机中的一种,安装有远程服务器软件。

[0006] 这种电力系统变压器综合监控系统的特点是:

[0007] 设有冷却控制 LD、包括绕组热点温度测量模块的绕组热点温度测量 LD、包括电气量记录模块的电气量记录 LD、包括非电量保护监测模块的非电量保护监测 LD、包括铁芯接地电流监测模块的铁芯接地电流监测 LD、包括套管绝缘监测模块的套管绝缘监测 LD、包括有载调压开关 OLTC 监测模块的 OLTC 监测 LD、包括油中溶解气体监测模块的油中溶解气体监测 LD 和包括局部放电监测模块的局部放电监测 LD 共九种 LD 由用户根据现场需要和变压器的特点选择配置的其中至少 1 种,采用各自相应的传感器连接所述 CPU,通过软件配置启动实现相应的相互独立的各个 LD 的监测功能,分别对变压器进行独立有效的数据采集、由所述 CPU 对数据进行集成和处理,进而实现对电力系统变压器的可配置的综合监控。

[0008] 还设有包括符合 IEC60076-7 标准的热管理数学模型和符合 IEC60599 标准的油气分析数学模型的专家分析系统,所述热管理数学模型采用变压器绕组热点温度计算公式间接计算绕组热点温度,所述变压器绕组热点温度计算公式由国际电工委员会的 IEC60076-7

标准导出,所述油气分析数学模型,包括基于特征气体法和三比值法的油中气体分析方法,所述特征气体法是根据油中气体的主要气体含量和次要气体含量的不同,及时发现变压器内部存在的潜伏性故障并可随时监视故障的发展情况;所述三比值法是通过计算 C_2H_2/C_2H_4 、 CH_4/H_2 、 C_2H_4/C_2H_6 的三种比值,根据已知的编码规则和分类方法,查表确定变压器的故障性质。

[0009] 还设有同一时间源对时部件、本地实时数据显示部件,以及组网部件。

[0010] 所述同一时间源对时部件包括采用 DS3232SN 芯片的 RTC 实时时钟电路,与现场可编程门阵列 (Field Programmable Gate Array, 缩略词为 FPGA) 采集模块通信,在系统处理数据时进行准确对时、存储时间信息和时间同步。

[0011] 所述本地实时数据显示部件包括液晶显示器 (Liquid Crystal Display, 缩略词为 LCD)、指示灯、数字和菜单键、方向键和确认键以及功能键,所述指示灯包括电源指示灯、运行指示灯、异常指示灯和告警指示灯,所述数字和菜单键包括 1 个菜单键和 10 个数字键,所述方向键和确认键包括上、下、左、右四个方向键和 1 个确认键;所述功能键包括复位键、配置键和返回键。

[0012] 所述组网部件包括采用通讯规约为 IEC61850 的网口。

[0013] 本发明的技术问题通过以下进一步的技术方案予以解决。

[0014] 所述冷却控制 LD,其组成包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

[0015] 1) 一个 LLN0 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;

[0016] 2) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于提供设备整体的信息;

[0017] 3) 至少一个 CCCR 冷却组控制逻辑节点,用于控制冷却设备。

[0018] 所述冷却控制 LD,其监控过程如下:

[0019] 从温度传感器上采集变压器顶层油温,或采用所述变压器绕组热点温度计算公式间接计算的绕组热点温度,以及从电流传感器上采集负荷电流,形成变压器顶层油温范围或变压器绕组热点温度范围,启动相应的冷却组个数的控制策略,通过接触器和热继电器控制冷却装置,还由客户在软件界面上手动选择输入相应的时间段形成时间范围,启动相应的动冷却组个数的控制策略,通过接触器和热继电器控制冷却装置。

[0020] 所述绕组热点温度测量 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

[0021] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;

[0022] 2) 一个 LPN0 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;

[0023] 3) 一个 SPTR 逻辑节点,用于绕组热点温度计算;或者至少一个 STMP 逻辑节点用于绕组热点温度的直接测量。

[0024] 所述包括绕组热点温度测量模块的绕组热点温度测量 LD,其监控过程如下:

[0025] 从温度传感器上采集包括变压器顶层油温或环境温度,结合变压器负荷电流与变压器负荷侧额定电流的比值即变压器负载因素,以及变压器热特性参数,计算绕组热点温度,进行实时显示以及告警输出,变压器热特性参数包括油指数 x 、绕组指数 y 、常数 k_{11} 、常数 k_{21} 、常数 k_{22} 、时间常数 τ_0 、时间常数 τ_w 、损耗比 R 、热点-顶层油的温度梯度 $\Delta \theta_{hr}$ 、额定损耗下顶层油的稳态温升 $\Delta \theta_{or}$ 。

[0026] 所述电气量记录 LD,其还组成包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑

节点：

- [0027] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息；
- [0028] 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息；
- [0029] 3) 一个 YPTR 逻辑节点,用于变压器有功功率、无功功率、视在功率、功率因素、负载率的监测。

[0030] 所述包括电气量记录模块的电气量记录 LD,其监控过程如下：

[0031] 从互感器上采集包括三相电压、三相电流信号,统计分析计算有功功率、无功功率、视在功率、功率因素和负载率,进行实时显示。

[0032] 所述非电量保护监测 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点：

- [0033] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息；
- [0034] 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息；
- [0035] 3) 至少一个 RBDR 逻辑节点,用于重瓦斯、轻瓦斯开关保护动作的监测。

[0036] 所述包括非电量保护监测模块的非电量保护监测 LD,其监控过程如下：

[0037] 从开关辅助触点上采集包括轻 / 重瓦斯报警、重瓦斯跳闸的开关动作信号,以及从油位传感器上采集变压器油位信息,进行实时显示以及告警输出。

[0038] 所述铁芯接地电流监测 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点：

- [0039] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息；
- [0040] 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息；
- [0041] 3) 一个 MMXN 逻辑节点,用于铁芯接地电流的监测。

[0042] 所述包括铁芯接地电流监测模块的铁芯接地电流监测 LD,其监控过程如下：

[0043] 从泄漏电流传感器上采集包括铁芯接地电流信号,根据测量结果对是否存在铁芯多点接地缺陷及严重程度做出定量评估,进行实时显示以及告警输出。

[0044] 所述套管绝缘监测 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点：

- [0045] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息；
- [0046] 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息；
- [0047] 3) 至少一个 ZBSH 逻辑节点,用于监测套管的介质损耗和电容值。

[0048] 所述包括套管绝缘监测模块的套管绝缘监测 LD,其监控过程如下：

[0049] 从安装在包括高、中、低压侧的三相套管上的工作电压传感器和末屏泄漏电流传感器上同步采集包括各相套管的工作相电压末屏泄漏电流,计算每个套管的介质损耗和电容值的套管绝缘指标,进行实时显示以及告警输出。

[0050] 所述 OLTC 监测 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点：

- [0051] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息；
- [0052] 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息；
- [0053] 3) 一个 SLTC 逻辑节点,用于 OLTC 档位和 OLTC 包括电源故障、拒动的异常状态监测。

[0054] 所述包括 OLTC 监测模块的 OLTC 监测 LD,其监控过程如下:

[0055] 从 OLTC 有载调压开关监控装置上采集包括 OLTC 档位和 OLTC 的电源故障、拒动的异常状态,进行实时显示以及告警输出。

[0056] 所述油中溶解气体监测 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

[0057] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;

[0058] 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;

[0059] 3) 一个 SIML 绝缘介质监测逻辑节点,用于变压器油中气的监测。

[0060] 所述包括油中溶解气体监测模块的油中溶解气体监测 LD,其监控过程如下:

[0061] 从集成油中溶解气体监测设备或油中溶解气体监测传感器上采集包括 H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 、 C_2H_6 、 CO_2 、水蒸气 H_2O 的共八种气体含量,输出相应的电流信号,当有 $4mA \sim 20mA$ 输出电流时,通过电缆线直接传送至变压器综合监控装置的模拟量通道,经 FPGA 采集模块处理后直接传送至变压器综合监控装置的 CPU 计算出 H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 、 C_2H_6 、 CO_2 、水蒸气 H_2O 的浓度;当无 $4mA \sim 20mA$ 输出电流时,通过网络传送至变压器综合监控装置的 CPU 上进行处理,实时监测 H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 、 C_2H_6 、 CO_2 、水蒸气 H_2O ,并通过特征气体法和三比值法对油中溶解气体进行分析,初步判断变压器的运行状况,进行实时显示以及告警输出。

[0062] 所述局部放电监测 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

[0063] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;

[0064] 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;

[0065] 3) 一个 SPDC 逻辑节点,用于变压器局部放电强度、局部放电相位、局部放电次数信息的监测。

[0066] 所述包括局部放电监测模块的局部放电监测 LD,其监控过程如下:

[0067] 从集成局部放电监测设备或局部放电监测传感器上采集包括局部放电强度、局部放电相位和局部放电次数的信息,输出相应的电流信号,当有 $4mA \sim 20mA$ 输出电流时,通过电缆线直接传送至变压器综合监控装置的模拟量通道,经 FPGA 采集处理后直接传送至变压器综合监控装置的 CPU 计算包括局部放电强度、局部放电相位和局部放电次数的参量值以及告警输出;当无 $4mA \sim 20mA$ 输出电流时,通过网络传送至变压器综合监控装置的 CPU 上进行处理,实时显示包括局部放电强度、局部放电相位和局部放电次数的参量值以及告警输出。

[0068] 本发明的技术问题通过以下再进一步的技术方案予以解决。

[0069] 由所述 CPU 对数据进行集成和处理,是所有 LD 采集信号统一由一块监控板进行,所述监控板包括所述 CPU、FPGA 采集模块,以及各个 LD 相应的相对独立的实现各个 LD 功能的周边电路和接口。

[0070] 所述 CPU 用于实时监测和控制变压器系统,可与后台主服务器进行对时、组网和数据交换,可通过显示口、存储卡、USB 口、串口和网口与外部设备进行交互。

[0071] 所述 FPGA 采集模块用于对装置中的开关量信号和模拟量信号的实时采集和处理,并进行局部总线协议的数据转换和通信,完成实时信息到 CPU 模块的准确传输,保证系统的稳定可靠,同时完成采样数据的准确对时功能。

[0072] 所述周边电路和接口包括模拟量输入板、开关量输入板、开关量输出板、直流信号隔离板、监控板的采集、分析、控制以及统一同步时钟的复用电路。

[0073] 所述模拟量输入板包括差分信号输入模块、采样保持模块、多路选择模块、AD 转换模块和总线接口。

[0074] 所述开关量输入板包括开关量输入模块、CPLD 控制模块、两级缓冲模块和总线接口。

[0075] 所述开关量输出板包括总线接口、CPLD 控制模块和容错回读模块,开关量输出信号由监控板通过背板总线接口送至开关量输出板,经 CPLD 控制模块译码锁存并控制继电器和容错回读模块,从而完成开关量输出和开关量回读。

[0076] 所述监控板的采集、分析、控制以及统一同步时钟的复用电路,包括总线设计电路、存储卡接口电路、USB 接口电路、串口接口电路、RTC 实时时钟电路和网口设计电路。

[0077] 本发明与现有技术相比的有益效果是:

[0078] 本发明将变压器监控中相对独立的的功能集成在同一个 CPU 硬件平台按照 IEC61850 标准统一建模,并形成独立使用的配置工具,同时对不同 LD 进行集中管理,实现了对电力系统变压器包括变压器监控用九 LD:冷却控制 LD、绕组热点温度测量 LD、电气量记录 LD、非电量保护监测 LD、铁芯接地电流监测 LD、套管绝缘监测 LD、OLTC 监测 LD、油中溶解气体监测 LD 和局部放电监测 LD 的相对独立的 LD 功能的可配置的综合监控。系统同时建立了包括符合 IEC60076-7 标准的热管理数学模型和符合 IEC60599 标准的油气分析数学模型的专家分析系统,还具有与同一时间源的对时与同步功能,还具有本地实时数据显示与组网功能。

[0079] 用户在工程应用时只需根据现场需要和变压器的特点对具体 LD 及相关软件进行简单的配置即可,无需任何复杂的操作,工程应用方便灵活。本发明系统改变了变压器监控用九 LD 数据重复采集、缺乏数据集成和处理、缺乏信息交换和共享的现状,通过对变压器监控用九 LD 功能的综合分析,实现对变压器“健康状况”的诊断,将故障消灭在萌芽阶段。对变压器运行状况的实时掌握,有利于从传统的基于制度的定时维护向基于状态的预防性维护转变,显著节省维护成本,且提高变压器的使用寿命,客户可以显著降低采购成本和管理成本。本发明系统可以广泛用于电力行业包括发电、变电、配电的各种电力系统变压器状态监控场合,以提高变压器监测结果的准确性和可靠性。

附图说明

[0080] 图 1 是本发明具体实施方式的硬件结构图;

[0081] 图 2 是本发明具体实施方式的系统框架结构图;

[0082] 图 3 是本发明具体实施方式的工作过程示意图。

具体实施方式

[0083] 下面结合具体实施方式并对照附图对本发明进行说明。

[0084] 一种如图 1~3 所示电力系统变压器综合监控系统,安装在电力变压器旁边,包括基于 IEC61850 的统一的采用模块化设计的 CPU 硬件平台、与电力变压器连接提供各种采集数据的相应传感器,以及采用通信协议与远程服务器软件建立数据连接的系统终端,系统

终端是调度端和通信子站 PC 机中的一种,安装有远程服务器软件。CPU 用于实时监测和控制变压器系统,可与后台主服务器进行对时、组网和数据交换,可通过显示口、存储卡、USB 口、串口和网口与外部设备进行交互。

[0085] 设有冷却控制 LD、包括绕组热点温度测量模块的绕组热点温度测量 LD、包括电气量记录模块的电气量记录 LD、包括非电量保护监测模块的非电量保护监测 LD、包括铁芯接地电流监测模块的铁芯接地电流监测 LD、包括套管绝缘监测模块的套管绝缘监测 LD、包括有载调压开关 OLTC 监测模块的 OLTC 监测 LD、包括油中溶解气体监测模块的油中溶解气体监测 LD 和包括局部放电监测模块的局部放电监测 LD 共九种 LD 由用户根据现场需要和变压器的特点选择配置的其中至少 1 种,采用各自相应的传感器连接所述 CPU,通过软件配置启动实现相应的相互独立的各个 LD 的监测功能,分别对变压器进行独立有效的数据采集、由所述 CPU 对数据进行集成和处理,将所有 LD 采集信号统一由包括 CPU、FPGA 采集模块,以及各个 LD 相应的相对独立的实现各个 LD 功能的周边电路和接口的监控板进行集成和处理,进而实现对电力系统变压器的可配置的综合监控。

[0086] FPGA 采集模块用于对装置中的开关量信号和模拟量信号的实时采集和处理,并进行局部总线协议的数据转换和通信,完成实时信息到 CPU 模块的准确传输,保证系统的稳定可靠,同时完成采样数据的准确对时功能。

[0087] 周边电路和接口包括模拟量输入板、开关量输入板、开关量输出板、直流信号隔离板、监控板的采集、分析、控制以及统一同步时钟的复用电路。

[0088] 模拟量输入板包括差分信号输入模块、采样保持模块、多路选择模块、AD 转换模块和总线接口。

[0089] 开关量输入板包括开关量输入模块、CPLD 控制模块、两级缓冲模块和总线接口。

[0090] 开关量输出板包括总线接口、CPLD 控制模块和容错回读模块,开关量输出信号由监控板通过背板总线接口送至开关量输出板,经 CPLD 控制模块译码锁存并控制继电器和容错回读模块,从而完成开关量输出和开关量回读。

[0091] 监控板的采集、分析、控制以及统一同步时钟的复用电路,包括总线设计电路、存储卡接口电路、USB 接口电路、串口接口电路、RTC 实时时钟电路和网口设计电路。

[0092] 还设有包括符合 IEC60076-7 标准的热管理数学模型和符合 IEC60599 标准的油气分析数学模型的专家分析系统。热管理数学模型采用由国际电工委员会的 IEC60076-7 标准导出的变压器绕组热点温度计算公式间接计算绕组热点温度;油气分析数学模型,包括基于特征气体法和三比值法的油中气体分析方法,特征气体法是根据油中气体的主要气体含量和次要气体含量的不同,及时发现变压器内部存在的潜伏性故障并可随时监视故障的发展情况;三比值法是通过计算 C_2H_2/C_2H_4 、 CH_4/H_2 、 C_2H_4/C_2H_6 的三种比值,根据已知的编码规则和分类方法,查表确定变压器的故障性质。

[0093] 还设有同一时间源对时部件、本地实时数据显示部件,以及组网部件。

[0094] 同一时间源对时部件包括采用 DS3232SN 芯片的 RTC 实时时钟电路,与 FPGA 采集模块通信,在系统处理数据时进行准确对时、存储时间信息和时间同步。

[0095] 本地实时数据显示部件包括 LCD、指示灯、数字和菜单键、方向键和确认键以及功能键,指示灯包括电源指示灯、运行指示灯、异常指示灯和告警指示灯,数字和菜单键包括 1 个菜单键和 10 个数字键,方向键和确认键包括上、下、左、右四个方向键和 1 个确认键;功能

键包括复位键、配置键和返回键。

[0096] 组网部件包括采用通讯规约为 IEC61850 的网口。

[0097] 冷却控制 LD,其组成包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点：

[0098] 1) 一个 LLN0 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息；

[0099] 2) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于提供设备整体的信息；

[0100] 3) 至少一个 CCCR 冷却组控制逻辑节点,用于控制冷却设备。

[0101] 冷却控制 LD,其监控过程如下：

[0102] 从温度传感器上采集变压器顶层油温,或采用所述变压器绕组热点温度计算公式间接计算的绕组热点温度,以及从电流传感器上采集负荷电流,形成变压器顶层油温范围或变压器绕组热点温度范围,启动相应的冷却组个数的控制策略,通过接触器和热继电器控制冷却装置,还由客户在软件界面上手动选择输入相应的时间段形成时间范围,启动相应的动冷却组个数的控制策略,通过接触器和热继电器控制冷却装置。

[0103] 绕组热点温度测量 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点：

[0104] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息；

[0105] 2) 一个 LPN0 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息；

[0106] 3) 一个 SPTR 逻辑节点,用于绕组热点温度计算；或者至少一个 STMP 逻辑节点用于绕组热点温度的直接测量。

[0107] 包括绕组热点温度测量模块的绕组热点温度测量 LD,其监控过程如下：

[0108] 从温度传感器上采集包括变压器顶层油温或环境温度,结合变压器负荷电流与变压器负荷侧额定电流的比值即变压器负载因素,以及变压器热特性参数,计算绕组热点温度,进行实时显示以及告警输出,变压器热特性参数包括油指数 x 、绕组指数 y 、常数 k_{11} 、常数 k_{21} 、常数 k_{22} 、时间常数 τ_0 、时间常数 τ_w 、损耗比 R 、热点 - 顶层油的温度梯度 $\Delta \theta_{hr}$ 、额定损耗下顶层油的稳态温升 $\Delta \theta_{or}$ 。

[0109] 电气量记录 LD,其还组成包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点：

[0110] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息；

[0111] 2) 一个 LPN0 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息；

[0112] 3) 一个 YPTR 逻辑节点,用于变压器有功功率、无功功率、视在功率、功率因素、负载率的监测。

[0113] 包括电气量记录模块的电气量记录 LD,其监控过程如下：

[0114] 从互感器上采集包括三相电压、三相电流信号,统计分析计算有功功率、无功功率、视在功率、功率因素和负载率,进行实时显示。

[0115] 非电量保护监测 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点：

[0116] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息；

[0117] 2) 一个 LPN0 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息；

[0118] 3) 至少一个 RBDR 逻辑节点,用于重瓦斯、轻瓦斯开关保护动作的监测。

[0119] 包括非电量保护监测模块的非电量保护监测 LD,其监控过程如下：

[0120] 从开关辅助触点上采集包括轻 / 重瓦斯报警、重瓦斯跳闸的开关动作信号,以及

从油位传感器上采集变压器油位信息,进行实时显示以及告警输出。

[0121] 铁芯接地电流监测 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

[0122] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;

[0123] 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;

[0124] 3) 一个 MMXN 逻辑节点,用于铁芯接地电流的监测。

[0125] 包括铁芯接地电流监测模块的铁芯接地电流监测 LD,其监控过程如下:

[0126] 从泄漏电流传感器上采集包括铁芯接地电流信号,根据测量结果对是否存在铁芯多点接地缺陷及严重程度做出定量评估,进行实时显示以及告警输出。

[0127] 套管绝缘监测 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

[0128] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;

[0129] 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;

[0130] 3) 至少一个 ZBSH 逻辑节点,用于监测套管的介质损耗和电容值。

[0131] 包括套管绝缘监测模块的套管绝缘监测 LD,其监控过程如下:

[0132] 从安装在包括高、中、低压侧的三相套管上的工作电压传感器和末屏泄漏电流传感器上同步采集包括各相套管的工作相电压末屏泄漏电流,计算每个套管的介质损耗和电容值的套管绝缘指标,进行实时显示以及告警输出。

[0133] OLTC 监测 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

[0134] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;

[0135] 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;

[0136] 3) 一个 SLTC 逻辑节点,用于 OLTC 档位和 OLTC 包括电源故障、拒动的异常状态监测。

[0137] 包括 OLTC 监测模块的 OLTC 监测 LD,其监控过程如下:

[0138] 从 OLTC 有载调压开关监控装置上采集包括 OLTC 档位和 OLTC 的电源故障、拒动的异常状态,进行实时显示以及告警输出。

[0139] 油中溶解气体监测 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

[0140] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;

[0141] 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;

[0142] 3) 一个 SIML 绝缘介质监测逻辑节点,用于变压器油中气的监测。

[0143] 包括油中溶解气体监测模块的油中溶解气体监测 LD,其监控过程如下:

[0144] 从集成油中溶解气体监测设备或油中溶解气体监测传感器上采集包括 H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 、 C_2H_6 、 CO_2 、水蒸气 H_2O 的共八种气体含量,输出相应的电流信号,当有 $4mA \sim 20mA$ 输出电流时,通过电缆线直接传送至变压器综合监控装置的模拟量通道,经 FPGA 采集模块处理后直接传送至变压器综合监控装置的 CPU 计算出 H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 、 C_2H_6 、 CO_2 、水蒸气 H_2O 的浓度;当无 $4mA \sim 20mA$ 输出电流时,通过网络传送至变压器综合监控装置的 CPU 上进行处理,实时监测 H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 、 C_2H_6 、 CO_2 、水蒸气 H_2O ,并通过特征气体法和三比值法对油中溶解气体进行分析,初步判断变压器的运行状况,进行实时显示以及告警输出。

[0145] 局部放电监测 LD,其组成还包括按照 IEC61850-7-4 标准定义的以下兼容逻辑节点:

[0146] 1) 一个 LPHD 物理设备逻辑节点,用于描述本 LD 的物理信息;

[0147] 2) 一个 LPNO 逻辑节点,用于提供其它逻辑点实例所需要的公有信息;

[0148] 3) 一个 SPDC 逻辑节点,用于变压器局部放电强度、局部放电相位、局部放电次数信息的监测。

[0149] 包括局部放电监测模块的局部放电监测 LD,其监控过程如下:

[0150] 从集成局部放电监测设备或局部放电监测传感器上采集包括局部放电强度、局部放电相位和局部放电次数的信息,输出相应的电流信号,当有 4mA ~ 20mA 输出电流时,通过电缆线直接传送至变压器综合监控装置的模拟量通道,经 FPGA 采集处理后直接传送至变压器综合监控装置的 CPU 计算包括局部放电强度、局部放电相位和局部放电次数的参量值以及告警输出;当无 4mA ~ 20mA 输出电流时,通过网络传送至变压器综合监控装置的 CPU 上进行处理,实时显示包括局部放电强度、局部放电相位和局部放电次数的参量值以及告警输出。

[0151] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下做出若干等同替代或明显变型,而且性能或用途相同,都应当视为属于本发明由所提交的权利要求书确定的专利保护范围。

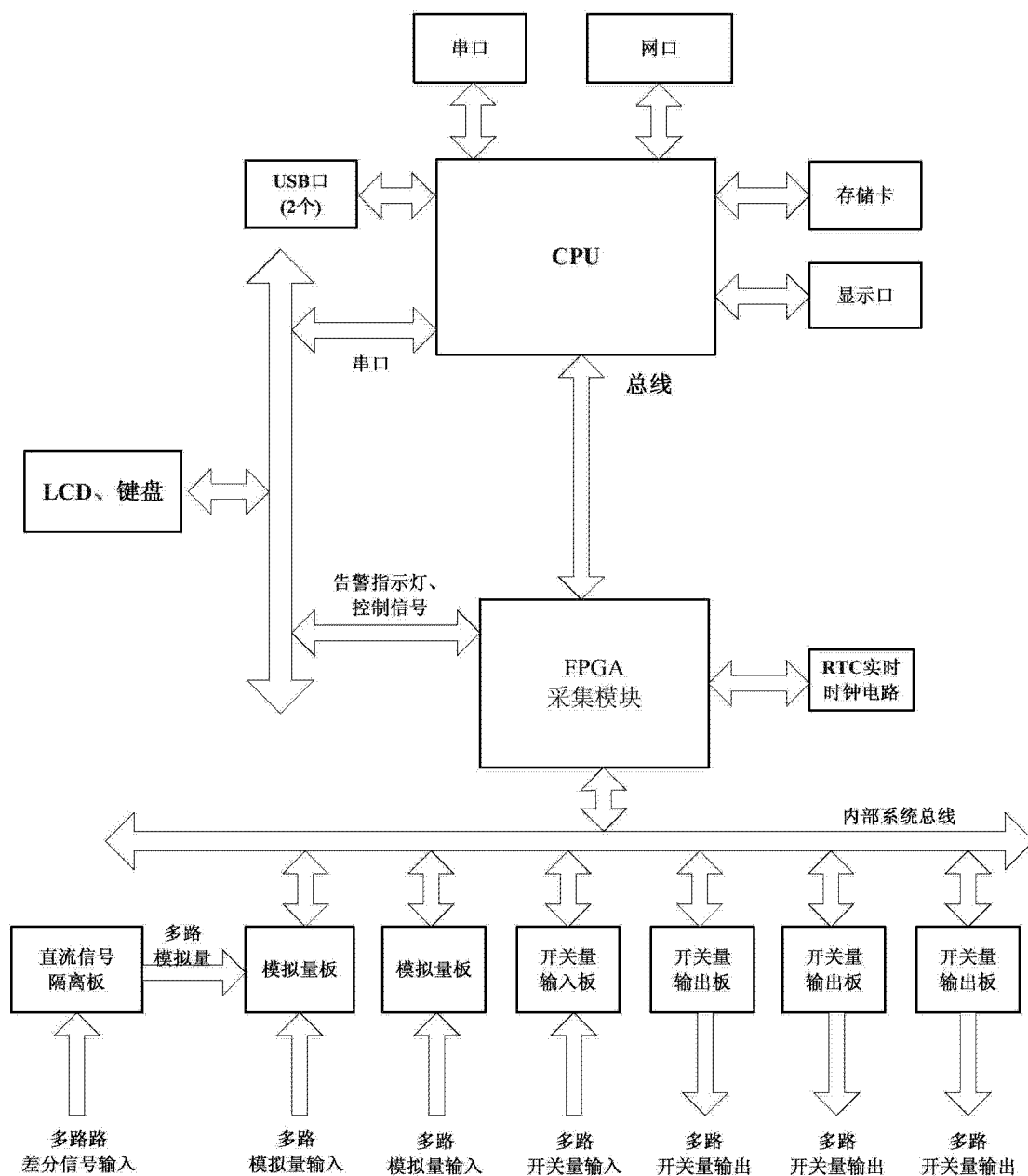


图 1

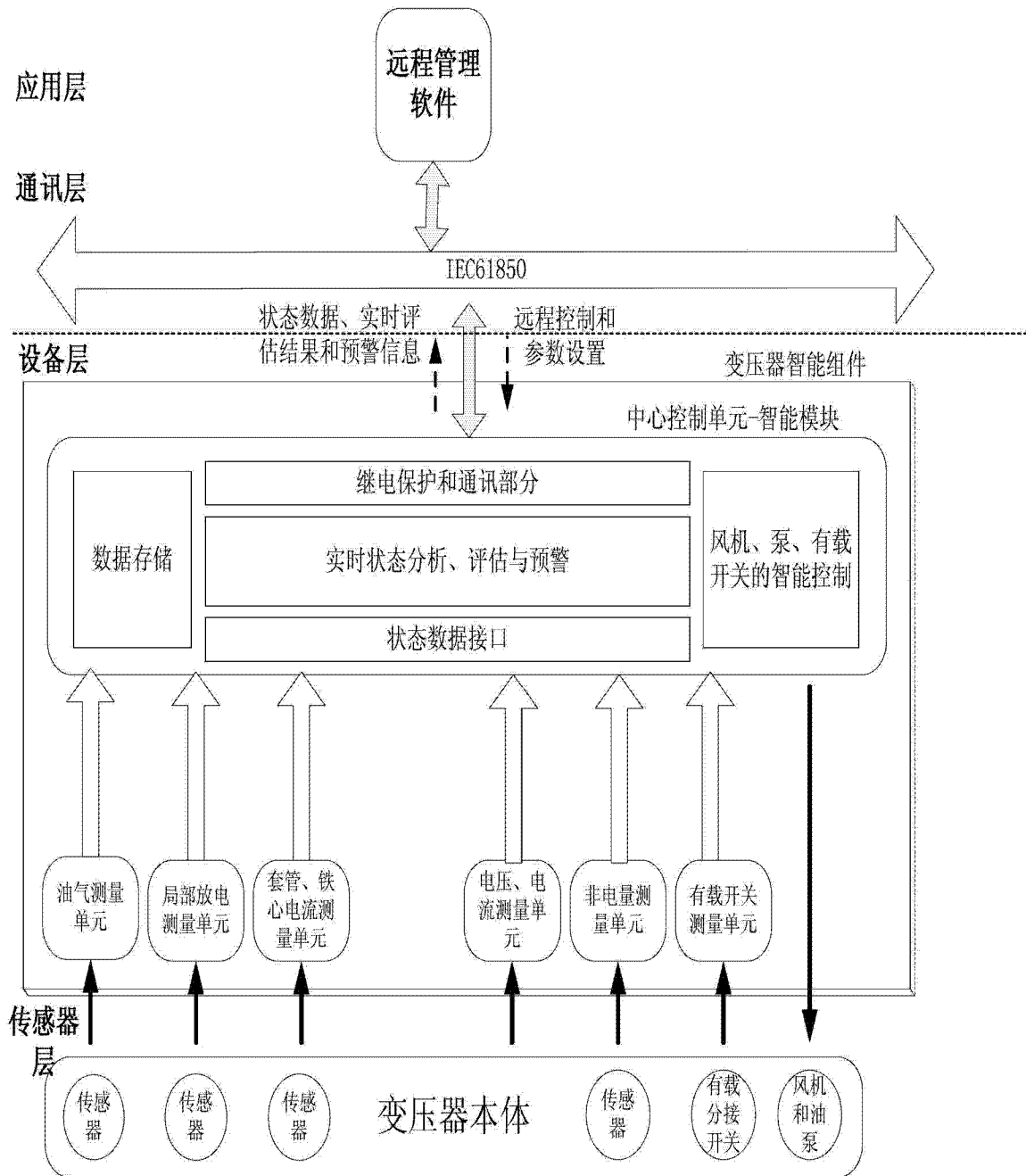


图 2

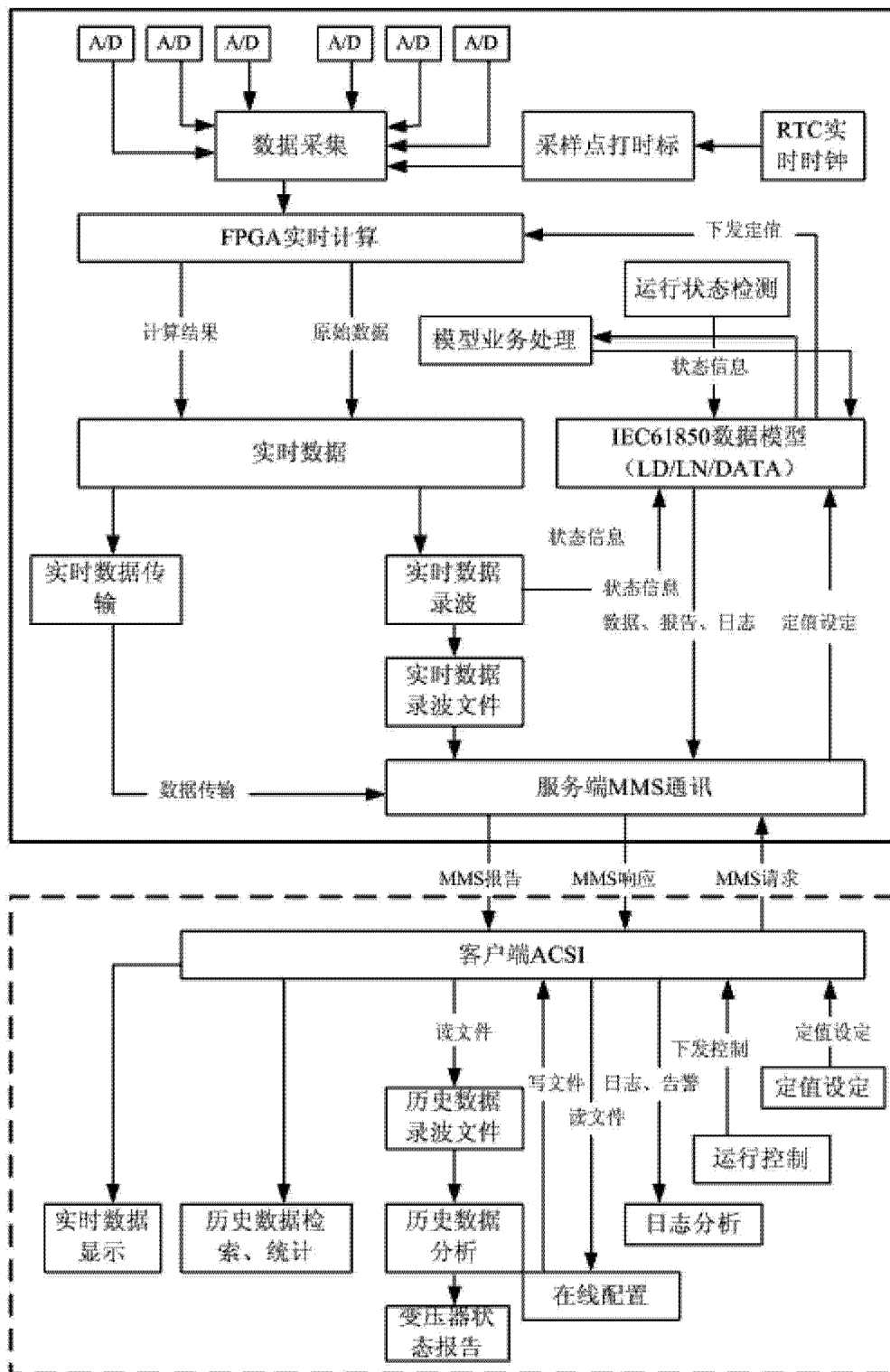


图 3