

基于物联网的高压真空断路器智能 数字化监控系统解析

马晓娟, 潘亚培, 杨昭

(河南森源电气股份有限公司, 河南 长葛 461500)

摘要:提出了一种基于物联网技术对一定变电站区域内高压真空断路器的运行状况在线监测的智能数字化监控系统, 该系统的真空断路器数据采集处理中心是以 DSP 为核心的真空断路器在线监测装置, 利用霍尔电流传感器、压力传感器和位移传感器等机械特性传感器以及无线测温模块完成对高压真空断路器机械动作数据信息的采集和处理, 既可实现本地显示又可利用无线通信方式将处理后的数据信息送至真空断路器智能数字化监控中心。该智能数字化监控中心的核心是以 VB 为开发平台, 以 Access 为后台数据库的后台数据库管理系统, 用于存储各种监控信息, 从而便于监控人员对高压真空断路器的运行参数进行查询显示及故障分析。经现场测试, 该系统工作稳定, 准确度比较好。

关键词:变电站; 高压真空断路器; 在线监测装置; 智能数字化监控系统; 物联网; DSP; VB; Access; 机械特性

中图分类号: TM 561.2

文献标志码: A

文章编号: 1674-1951(2017)02-0012-04

0 引言

随着智能变电站^[1]概念的提出及相关技术的快速发展, 对变电站设备的运行状态进行全面监控、故障信息综合分析是当前智能变电站技术亟待解决的问题之一, 而高压真空断路器作为变电站的核心元件, 其安全可靠运行是保证变电站乃至整个电力系统稳定可靠运行的关键。据已有的调查统计结果可知, 绝大多数断路器故障是由机械特性不良造成的, 且主要是因断路器操动机构的问题引起的^[2]。因此, 通过对高压真空断路器的运行状态和机械特性参数进行在线监测, 进一步合理地进行故障分析, 对电力系统的安全、可靠、经济运行具有实际的指导意义。

目前, 国内外在此方面的研究已取得了一定的成果: 国内, 如南京某公司生产的 NS600 断路器在线监测装置, 许昌某公司研发的 CBS-2000 电气设备在线监测及分析系统等; 国外, 如瑞士某公司的 F 系列、法国某公司的 STR 系列、德国某公司的 3WN6 系列等^[3]。然而, 随着传感器技术、电子技术、无线网络传输和物联网等技术的逐渐成熟, 为高压真空断路器的状态监测奠定了更加坚实的技术基础。如何利用这些技术对一定变电站区域内的高压真空断路器实施全面的状况监控是本文主要研究的问题。

本文以河南某公司生产的 Intel V3-12P 型户内高压交流真空断路器为研究对象, 提出了一种基于物联网技术对高压真空断路器运行状况进行全面监测的智能数字化监控系统。该系统的真空断路器

数据采集处理中心是以数字信号处理(DSP)为核心的真空断路器在线监测装置, 由其完成对高压真空断路器三相触头温度、分合闸过程数据、储能过程数据的采集和处理, 并利用无线通信方式将处理后的数据信息送真空断路器智能数字化监控中心, 实现数据信息的综合管理。

1 物联网技术概述

物联网是指通过传感器、传感节点组网、射频识别、无线接入等感知层技术, 实时采集任何需要被监控对象的声、光、电、热、力等各种数据信息, 通过任何可利用的网络层技术, 实现物与物、物与人之间的泛在链接, 进而实现对物理世界的智能感知、识别、传输和处理^[4-5]。简而言之, 所谓的物联网即是对物理世界进行信息的感知、获取、传输和处理, 并将处理结果以服务的形式发布给用户。

2 高压真空断路器智能数字化监控系统

2.1 系统总体结构

基于物联网的高压真空断路器智能数字化监控系统的总体结构如图 1 所示。该系统主要由多个真空断路器数据采集处理中心和真空断路器智能数字化监控中心两大部分组成。其中, 真空断路器数据采集处理中心的核心是以 DSP 芯片为微处理器及相关外围硬件电路组成的真空断路器在线监测装置。该装置用于对来自无线测温模块的高压真空断路器三相触头温度数据、来自机械特性传感器的高压真空断路器分合闸过程数据及断路器储能过程数据进行采集、分析、处理, 以得到高压真空断路器的

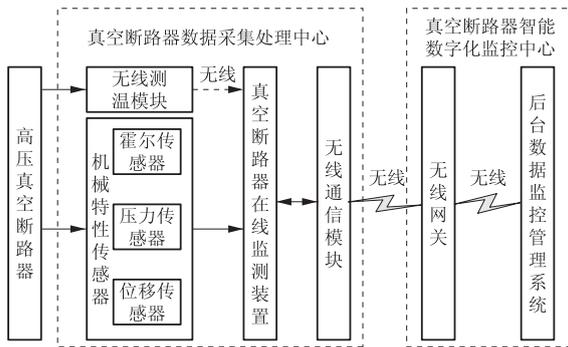


图 1 系统结构

机械特性数据。上述机械特性数据既可通过本地人机交互接口供用户查看,又可通过无线通信方式送至真空断路器智能数字化监控中心进行存储管理,以便于监控人员及时掌握高压真空断路器的运行状况,并对其进行故障预测、故障排查和管理维护。该真空断路器智能数字化监控中心内设有无线网关和后台数据监控管理系统,利用无线网关可与前端真空断路器数据采集中心中的无线通信模块实现一对一的双向无线通信,从而将来自真空断路器数据采集中心的所有监控数据信息送至后台数据库管理系统进行分类存储管理。

2.2 真空断路器数据采集处理中心

2.2.1 主要检测元件的选型

对高压真空断路器实施机械动作特性在线监测,旨在监测真空断路器的行程、分合闸线圈电流、储能电机电流、触头温度等参数。因此,合理地选择检测元件是确保检测数据精准度的关键。本系统采用的主要检测元器件包括无线测温模块、霍尔电流传感器、压力传感器及位移传感器。

为了检测高压真空断路器三相触头上下位置共 6 路温度信号,本文选用了南京某公司的无线通信测温模块。该无线通信测温模块采用插拔式设计,可以采集 6~18 个无线测温点的温度数据,测温范围为 $-40 \sim +125^{\circ}\text{C}$,精确度为 1°C ,可满足实际使用的要求。

检测高压真空断路器分合闸线圈电流信号和储能电机电流信号采用的是型号为 HNC-05SYB 的霍尔电流传感器,其应用了霍尔原理的闭环补偿,具备了高精度、良好的线性度、低温漂、宽频带和抗干扰能力强等优点,满足实际高压真空断路器机械动作特性在线监测的需求。

选用了 LTF-2 压力传感器并配套选择型号为 BS-1Y 的压力变送器,其灵敏度为 $2.0 \times (1 \pm 10\%) \text{mV/V}$,综合误差为 $\pm 0.1\% \text{F.S.}$,符合实际检测高压真空断路器三相分合闸压力的要求。

由于本文研究对象为 12 kV 电压等级的高压真

空断路器,故检测其动触头的行程-时间特性参数采用直线位移传感器^[6]即可。所用直线位移传感器型号为 KFM-15,其采用最小型化结构设计,特别适合安装在空间狭小、安装长度有限的场合。

2.2.2 真空断路器在线监测装置硬件设计

真空断路器在线监测装置的硬件平台采用的是 TMS320F2812 数字信号处理器,其是针对数字控制所设计的 DSP,整合了 DSP 和微控制器的最佳特性。该处理器芯片的主频可达 150 MHz,具有高速运算能力,拥有 16 个高速 A/D 采样通道。真空断路器在线监测装置的硬件结构如图 2 所示,图中:LED 为发光二极管;LCD 为液晶显示器;RTC 为实时时钟;WDT 为看门狗;RAM 为随机存储器;FLASH 为闪存。

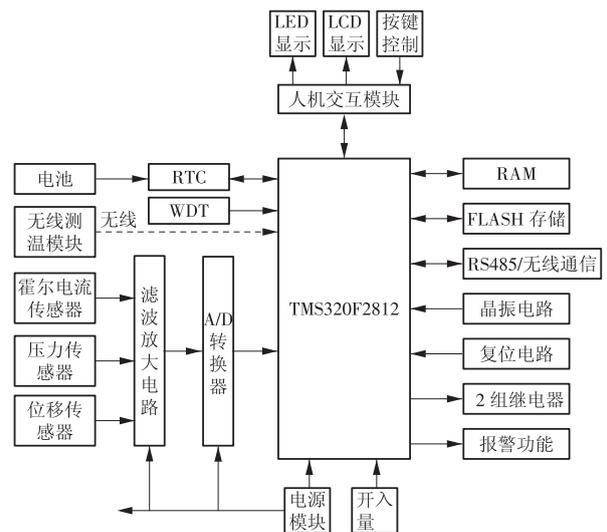


图 2 装置硬件结构

无线测温模块将采集到的高压真空断路器三相触头的温度信号直接送 TMS320F2812 的 A/D 通道,霍尔电流传感器、压力传感器和位移传感器将采集到的高压真空断路器机械动作数据经滤波放大电路送 TMS320F2812 的 A/D 通道,利用 TMS320F2812 的高速运算能力完成对高压真空断路器机械动作数据的运算处理,处理后的数据一路可通过本地人机交互模块送 LCD 显示,一路利用该装置提供的无线通信接口通过无线通信模块以无线传输方式送真空断路器智能数字化监控中心。

该装置的开入量接口连接高压真空断路器的分合闸辅助节点、储能电机辅助节点,以监测高压真空断路器的分合闸状态或储能状态。当监测的分合闸线圈电流、储能电机电流及触头温度等机械特征数据超过其各自所设置的限值时,装置发出报警信号并记录下对应的报警事件。

高压真空断路器的机械动作状态、装置能否正常运行及是否报警均可通过 LED 指示灯显示。而高压真空断路器的机械特性参数值、机械特征曲线、分合闸动作事件、报警事件等信息均可由 LCD 显示,并可通过按键实现操作控制查看相关数据信息。该装置还提供了 2 路常开、2 路常闭的继电器输出,可控制高压真空断路器的分合闸动作。

2.2.3 真空断路器在线监测装置软件设计

真空断路器在线监测装置的软件主要采用 C 语言进行编写,在满足 2.2.2 装置功能的前提下,其主程序流程如图 3 所示。系统上电后,首先对各个模块进行初始化,然后开中断等待中断事件。当高压真空断路器分合闸机械动作时,TMS320F2812 利用中断方式对高压真空断路器的三相触头温度信号、分合闸过程数据信号及储能过程数据信号进行采集、分析及处理。然后,所有数据信号既可通过 LCD 进行本地显示,也可通过无线传输方式送真空断路器智能数字化监控中心。

2.3 真空断路器智能数字化监控中心

真空断路器智能数字化监控中心内设有无线网关和后台数据监控管理系统,主要用于对接收的相关监控数据信息进行存储、分析和处理,以便监控人员及时掌握真空断路器的运行状况并对真空断路器进行故障预测、排查和管理维护。

后台数据库管理系统作为真空断路器智能数字化监控中心的核心,以 VB 为开发平台,以 Access 为后台数据库进行开发设计^[7-10]。

后台数据库管理系统的总体设计方案如图 4 所示。该系统包括系统功能模块、断路器数据库模块、断路器运行状态模块、断路器信息查询模块和断路

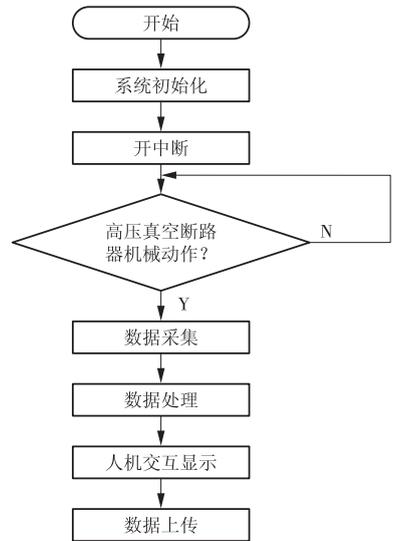


图 3 装置软件流程

器故障报警模块 5 个子模块。该管理系统可实现对用户不同权限的管理操作,接收并分类存储真空断路器的动作数据信息和机械特性数据信息,显示真空断路器的实时运行状态和历史运行状态,支持用户查询各真空断路器的各种数据信息,并可通过在断路器故障报警模块设置断路器机械特性数据的标准值、低级警告阈值和高级警告阈值,以提高对高压真空断路器的运行状况的故障预测能力,降低高压真空断路器事故的发生率。

本文采用多窗体程序界面显示的形式来开发此系统。其中,多窗体中包括一个主窗体并设置主窗体名称为后台数据监控管理系统,在主窗体内可设置分别标志 5 个子模块名称的控件,监控人员可通过点击功能标志名称不同的控件进入其他窗体,以实现断路器后台数据库管理系统的功能需求。



图 4 后台数据库管理系统的总体方案

3 现场监测

本文以河南某公司生产的 Intel V3 - 12P 型户内高压交流真空断路器为研究对象,进行现场试验验证。本文研发的真空断路器在线监测装置经过安

装调试,该装置运行情况良好,能够实时、准确地采集和处理高压真空断路器的机械动作数据,可将处理结果送至真空断路器智能数字化监控中心。高压真空断路器在线监测装置如图 5a、图 5b 所示,现场监测实景如图 5c 所示。

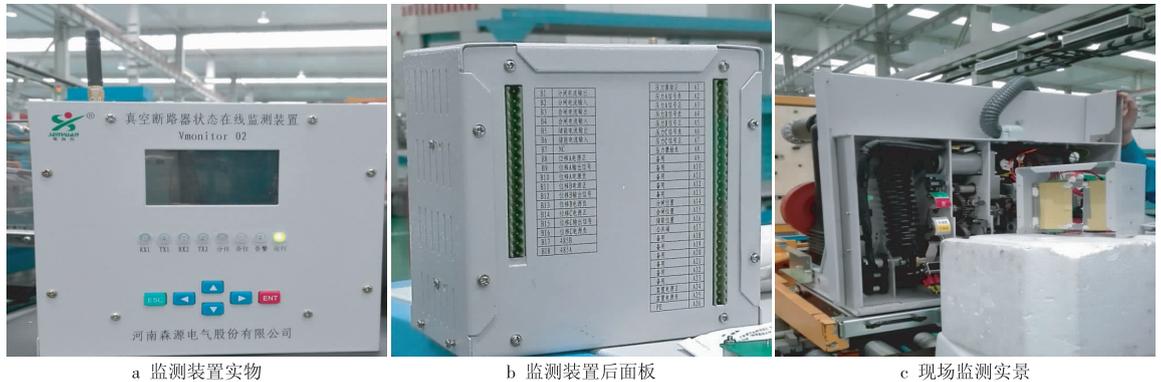


图 5 真空断路器在线监测装置及现场监测实景

4 结束语

本文设计了一种基于物联网技术对高压真空断路器的运行状况进行监测的智能数字化监控系统。该系统集成了先进的传感器技术、物联网技术,采用无线网络传输的方式,可对高压真空断路器进行实时的、全面的在线监控并汇总各种监控数据信息以建构后台数据管理系统,进而便于用户通过真空断路器智能数字化监控中心对高压真空断路器的运行参数进行存储管理、查询显示及故障报警。经现场测试,该系统工作稳定,准确度比较好,对进一步研究变电站设备在线监测系统有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 智能变电站技术导则:Q/GDW 383—2009[S].
- [2] 李琦. 高压断路器机械特性在线监测研究[D]. 北京:华北电力大学, 2011.
- [3] 罗勇强. 智能断路器性能参数在线监测装置的设计[D]. 西安:西安工业大学, 2013.
- [4] 宁焕生, 徐群玉. 全球物联网发展及中国物联网建设若干思考[J]. 电子学报, 2010, 38(11): 2590 - 2599.

- [5] 黄新波, 赵阳, 廖志军, 等. 基于物联网的高压开关柜综合在线监测装置设计[J]. 高压电器, 2015, 51(5): 1 - 7.
- [6] 陈建平, 胡占强, 苏晓东. 智能化断路器机械特性在线监测关键技术设计[J]. 高压电器, 2014, 50(4): 108 - 112, 119.
- [7] 黄新波, 王霄宽, 方寿贤, 等. 智能变电站断路器状态监测 IED 设计[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(22): 95 - 99.
- [8] 赵洋, 刘汉宇, 曾庆军, 等. 基于 DSP 和 LabVIEW 的高压真空断路器机械特性在线监测系统的研制[J]. 工矿自动化, 2009, 35(4): 81 - 82.
- [9] 熊小伏, 孙鑫, 蔡伟贤, 等. 基于 DSP 及 ARM 的分布式高压断路器机械特性监测系统[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(6): 64 - 68.
- [10] 罗世栋. 真空断路器在线监测系统的研究[D]. 北京:华北电力大学, 2012.

(本文责编:白银雷)

作者简介:

马晓娟(1986—),女,河南平顶山人,助理工程师,工学硕士,从事低压成套电器设计以及微电网优化与控制的研究工作(E-mail:lovema2006juan@163.com)。

力出版社, 2011.

(本文责编:刘芳)

(上接第 11 页)术及发展分析[J]. 济南大学学报(自然科学版), 2007, 21(3): 226 - 230.

- [3] 阮焱林, 郑秋玲, 张云. PROFIBUS 现场总线技术综述[J]. 可编程控制器与工厂自动化, 2011(8): 39 - 41, 72.
- [4] 南京国电南自美卓控制系统有限公司. maxDNA 系统手册[Z].
- [5] 冯冬芹, 王酉, 谢磊. 工业自动化网络[M]. 北京:中国电

作者简介:

刘舟(1987—),男,江苏南京人,助理工程师,从事电厂热控方面的研究(E-mail:13815873248@163.com)。