

# 高低压预装式变电站智能化技术

黄汝星

(水发驰翔电气(山东)有限公司, 山东 成武 274200)

**摘要** 高低压预装式变电站的电压等级从低压的 220V 到高压的 35kV, 在我国常用作环网型配电装置, 这种变电站需要的人力资源稀少, 是一种成本较低的优良配电网基础设施。随着我国城市化建设的不断深化, 人们对于电能的需求逐渐提升, 传统的高低压预装式变电站已无法满足当下供电质量的高要求, 智能化渐渐成为高低压预装式变电站发展的新方向, 本研究通过分析高低压预装式变电站智能化原理, 分别从硬件和软件两个方面进行了高低压预装式变电站智能化设计, 以为促进智能化高低压预装式变电站的开发与应用提供参考。

**关键词** 高低压变电站; 预装式变电站; 智能化技术

中图分类号: TM63

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)02-0017-03

随着我国配电网建设的不断深化, 高低压预装式变电站作为一种优良基础设施, 被广泛应用于各个地区。但随着用电总量的不断提升, 以站前操作进行高低压预装式变电站的检测、读表等任务的传统变电站监测控制模式已经难以满足人们对供电质量的要求, 现代电力系统的运行与管理都要求高低压预装式变电站进行智能化优化建设。而实现高低压预装式变电站的智能化, 不仅需要在硬件上进行优化, 对于软件的改良也必不可少。因此, 为加快我国配电网智能化速度, 应确保配电网对高低压预装式变电站的远程控制, 实现高低压预装式变电站的智能化可靠安全运行。<sup>[1]</sup>

## 1 高低压预装式变电站智能化原理

本文研究的对象为欧式高低压预装式变电站, 即组合式变电站, 这种变电站将高压与低压变电装置和变压器分别设置在 3 个独立的隔室中, 在实际应用时以电缆作为连接进行电能的传递。为了确保高低压预装式变电站在运行时的状态能够被实时监控, 笔者在进行高低压预装式变电站智能化建设时, 首先主要应用了 STM32 内核单片机对内部进行 AD 采样, 同时应用部 AD 进行信号采集, 并配有巴特沃斯硬件滤波电路和 FIR 软件滤波算法, 实现高低压预装式变电站的信息采集高精度, 保证电压、电流、功率与电能数据信息的可靠性。其次, 通过应用在高低压预装式变电站的 3 线上通用铂热电阻 (PT100) 避免了电阻带来的不良影响, 降低了温度检测数据中出现误差的可能性, 同时也保护高低压预装式变电站的变压器在温度增加时不会出现损伤。再次, 通过在高低压预装式变电站中接入温湿度模块, 实时检测高低压预装式变电站的

温湿度变化, 同时以开入量、开出量电路确保高低压预装式变电站在发生严重故障时能够自动发出警报并进行跳闸, 提升高低压预装式变电站的智能化水平, 保障其运行的安全性。最后, 通过应用以太网进行通信, 将高低压预装式变电站的数据信息传递至远程监控终端, 实现高低压预装式变电站的远程控制与操作。<sup>[2]</sup>

## 2 高低压预装式变电站智能化硬件设计

笔者对高低压预装式变电站进行智能化硬件设计整体设计架构采用了 S3C2440A+STM32F407ZGT6 结构, 其主要 CPU 为 ARM 芯片 (S3C2440A), 使用 IEC61850 协议, 以面向对象技术完成数据建模工作, 实现了高低压预装式变电站的数据封装。从 CPU 同样主要采用 ARM 芯片 (STM32F407ZGT6), 通过发挥该芯片对数据信息的高效率处理和在外设资源上的丰富两种优势, 完成高低压预装式变电站的数据处理工作, 并将处理结果实时传递至智能化系统的主要 CPU。通过智能化硬件设计, 能够实现高低压预装式变电站的在线检测, 进而增强高低压预装式变电站运行的安全性。<sup>[3]</sup>

### 2.1 高低压预装式变电站的电力参数测量电路

高低压预装式变电站的智能化建设的首要项目就是优化对电压、电流、功率、频率等电力参数的测量手段。为了确保最终测量数据的精准度, 本文采用了两种不同的电压互感器 (DL-PT202D、DL-PT202D) 将高低压预装式变电站的电压、电流变化转换为精准的信号, 从根本上保证数据信号是具有可参考性的。

在此之后, 本文针对在处理收集到的数据信号时, 采用了 2 个二阶有源低通滤波器构成的四阶巴特沃斯低通滤波器, 这种设备主要由低通滤波电路和同比例放大

电路构成。通过分析信号截止频率及增益等,可以得出: $Q1=1/(3-AVF1)=1/(3-1.152)=0.541<0.707$ , $Q2=1/(3-AVF2)=1/(3-2.235)=1.31>0.707$ 。

因此,在信号处理时,在第一级的幅频响应曲线时未出现明显的峰值,而在第二级时出现峰值,总体来看,幅频响应曲线的平坦部分变大,过度部分变小,可以看出滤波器的性能被增强。

除此之外,由于在高低压预装式变电站中,运行时启动开关和运行时出现的雷击浪涌等现象都会引发高低压预装式变电站连接的电网出现电压上的不稳定或电流频率变化,这些变化会对高低压预装式变电站数据的检测造成影响。因此本文针对这一问题开展了抗干扰措施。首先,在高低压预装式变电站中添加了独立的EMC电源,以此确保设施整体供电的稳定。其次,通过将高低压预装式变电站中的电源和光耦独立放置,实现变电站中电源和信号的分离。再次,在高低压预装式变电站的设施程序中设置各个管控模块的标志位,以此更加全面地判断模块标志位的信息,避免干扰信号的影响。最后,本文在高低压预装式变电站中设置定时器,通过判断在预设时间内是否多次接收到了异常信号,进而判断是否存在干扰信号。

## 2.2 高低压预装式变电站的温度测量电路

由于在高低压预装式变电站的智能建设需要对温度进行实时测量,以保证设备的安全运行,同时高低压预装式变电站还需要对信号同时进行测量,因此在设计高低压预装式变电站的硬件时,首先,本文采用了铂热电阻(PT100)来进行温度测定。以稳压管维持电路的电压稳定,铂热电阻为渠道将由温度影响产生的电阻信息变为电压信号,之后通过放大电路进入模拟数字转换器中,完成温度变化的测量。其次,本文采用了放大器来完成信号的远程传输。在大多数情况下,电压信号在传输中极易受到外部噪声的影响,同时传输线中的电阻也会导致电压降低,则电压并不是一种理想的传输信号。与电压对比,电流信号更加稳定,不易受外界影响,因此本文在低压预装式变电站中加入一个零欧姆的电阻,通过该电阻,测量温度的电阻测量电路系统能够转化为电流信号测量电路系统。<sup>[4]</sup>

## 3 高低压预装式变电站智能化软件设计

### 3.1 软件设计流程

高低压预装式变电站的主要CPU在读取了ICD能力描述文件后,向CPU发送收集数据的命令,并通

过外设接口接收。在接收到命令后,会立即对命令进行解析,之后对命令类型进行相应的判断。若命令为参数设置类,则从CPU会对温湿度、电压电流互感器、定时器等设备进行与命令相符的设置;若命令为开出量输出类,则从CPU会向继电器发出指令,进行开出量的调控。为了确保开出量控制的精准无误,需要对开出量进行再次检测,若出现问题,则需要进行重合闸的启动,同时高低压预装式变电站向远程控制终端发出警报,若未出现问题,则直接等待下一次命令即可。

在智能化建设中,高低压预装式变电站的检测数据发送的方式主要包括两种,分别为实时发送和定时发送。就实时发送而言,高低压预装式变电站中的定时器会实时检测开关量的情况,当发生变化时,立即将信息和记录发送至主CPU。而就定时发送而言,高低压预装式变电站中各个检测设备测量出的电力参数、温湿度和报警、跳闸等信息都会定时发送至CPU,以此确保在高低压预装式变电站发生问题时能及时提醒相关人员进行整修。在所有信息集中在主CPU后,主CPU会对所有数据信息进行封装,并发送至远程控制终端。<sup>[5]</sup>

### 3.2 FIR滤波器设计

在本文设计的高低压预装式变电站智能化建设中,FIR滤波器主要依托于循环缓冲区展开工作,这种方式不仅能够使得设备整体消耗的变量存储空间变小,还能够减少数据量过大时导致的设备数据存储空间溢出的情况发生,同时可以减少数据位置的移动频率。

FIR滤波器工作的具体过程如下所示:高低压预装式变电站的循环缓冲区对样本数据进行保存,其中指针制定最新样本。在后续高低压预装式变电站的运行中,每取以此数据,指针到的循环加一次,完成一次数据的运算与卷积。若后期高低压预装式变电站中输入了新的样本数据,则指针同步更新,指向新的样本数据,再次完成数据的运算与卷积。如此往复,直至所有检测获得的样本数据均输入循环缓冲区中。

为了确保FIR滤波器的工作效果,其过程如下:首先,在初始输入信号的基础上添加高斯白噪声,测量获得其最终传输的信号。其次,通过FIR滤波器将高斯白噪声滤除,得到滤除后的信号。整理两次获得的信号形成频谱分析图,分析可以发现,在使用FIR滤波器后,获得信号的幅值会出现减弱,但依然可以提取获得初始输入信号,即可以实现滤波效果。

### 3.3 数据处理

为了确保高低压预装式变电站智能化检测数据的稳定性与准确性,本文在设置加入 FIR 滤波器后,加入了数据处理环节。首先,通过将检测数据进行均值处理,减缓检测数据整体的波动情况,提升测量数据的稳定性。其次,由于高低压预装式变电站的智能化硬件中包含部分非线性器件,这些器件会带来谐波,对数据造成影响。因此,本文通过使用 FFT 快速傅立叶变换提取器筛选出谐波成分,使得在高低压预装式变电站收集的检测数据数量较少的情况下,也能够通过叠加谐波成分提升数据结果的精准性。<sup>[6]</sup>

### 3.4 IEC61850 建模

随着我国电网建设的智能化发展不断普及,数量繁多的自动化配电远程控制终端不断涌现。由于这些终端的生产厂家不同,同时终端对应的配电设施、使用环境等也不同,使得这些终端在信息接口、通信方式和协议等方面都存在差异,进而使得不同配电设备间难以进行互通操作。为了改善这一情况,本文在设计高低压预装式变电站智能化建设时,使用了变电站的国际标准通讯协议 IEC61850,以此抽象高低压预装式变电站的远程控制终端,同时以面向对象技术进行信息建模,使得最终获得的信息在模型上统一,信息的通信方式也相同,实现不同配电设备间的互通操作。

#### 3.4.1 功能分析

本文设计的高低压预装式变电站智能建设,主要通过先进的传感器技术进行数据采集,借助高效的微处理器技术完成数据处理,同时在各种通信技术的配合下控制开关量输出,实现自动控制,以保证整个高低压预装式变电站的安全和稳定。其主要功能为:(1)遥测主要用于对整个高低压预装式变电站高压室、低压室的电压、电流、频率、有功功率、无功功率、功率因数、有功电能、无功电能、温度、湿度的测量以及对变压器室变压器的温度测量。(2)遥信主要用于获取高低压预装式变电站的所有开入量信号,包括断路器和负荷开关的位置信号、低压侧开关储能信号、油变压力释放阀信号、瓦斯信号、门柜信号。(3)遥控主要用以接收监控主机命令并控制开出量信号输出,包括断路器和负荷开关、报警、跳闸、排风、加热等开出量输出。<sup>[7]</sup>

#### 3.4.2 信息建模

根据上述功能分析,可以将高低压预装式变电站

智能远程控制终端划分成 2 个逻辑设备,其中逻辑设备 LD-MEAS 主要用于实现测量功能,包括公共逻辑节点 LLN0、物理装置逻辑节点 LPHD 和测量 MMXU、负荷开关 XSWI、断路器 XCBR、电压互感器 TVTR、电流互感器 TCTR、通用过程 I/O 等功能逻辑节点;而逻辑设备 LD-CTRL 主要实现控制功能,同样包括 LLN0 和 LPHD2 个共有的基本逻辑节点,以及开关控制器 CSWI、通用过程 I/O、断路器 XCBR、负荷开关 XSWI 等功能节点。<sup>[8-10]</sup>

## 4 结语

随着我国配电网建设的高速发展,供配电要求向着节约化、节能化、安全化、智能化的方向不断发展,高低压预装式变电站的智能化建设能够有效满足这些要求,值得在我国电网建设中广泛应用。因此,研究高低压预装式变电站的智能化设计有着重要的意义。放眼未来,智能化改造后的高低压预装式变电站将在我国各大城市的各个领域中得到应用,不断推进我国电网运行系统发展到下一个阶段。

## 参考文献:

- [1] 陈振生. 高低压预装式变电站智能化技术 [J]. 江苏电器, 2007(05):31-38.
- [2] 姜贝贝, 江冰. 预装式变电站智能监测与健康评估系统设计 [J]. 微处理机, 2017,38(04):77-81.
- [3] 喻金. 电动汽车智能小型化双层预装式变电站设计 [J]. 农村电气化, 2020(09):48-50,58.
- [4] 聂建春, 席向东, 张振, 等. 预装式变电站在内蒙古地区的应用分析 [J]. 电力勘测设计, 2019(10): 32-37.
- [5] 陈玉国, 张继兰. 预装式变电站智能监控系统的设计 [J]. 电气技术与经济, 2019(05):3-5.
- [6] 陈华山, 刘宪成. 预装式变电站主设备智能化监测终端设计与实现 [J]. 电子制作, 2017(15):36-37,40.
- [7] 侯进, 王鹏展, 石玉龙, 等. 变电站智能辅助巡检系统设计与实现 [J]. 电脑编程技巧与维护, 2022(12): 113-115,126.
- [8] 刘琪, 陈洪伟. 智能变电站故障检修系统运维技术分析 [J]. 光源与照明, 2022(12):142-144.
- [9] 陈浩敏. 基于物联网的智能变电站关键技术研究 [J]. 科技通报, 2022,38(11):53-57.
- [10] 李学武, 顾全, 刘洋, 等. 智能变电站“一键顺控”操作流程自动核实方法 [J]. 自动化技术与应用, 2022,41(11): 167-170.